DOTT. ALESSANDRO GATTI
Assistente al laboratorio di psicologia

LA PERCEZIONE DEI RAPPORTI SPAZIALI NEI COMPLESSI VISIVI

Contributo allo studio delle modalità della percezione dei complessi rappresentativi
(con 48 figure)

Digitized by Google

Digitized by Google

SOMMARIO

INTRODUZIONE . . . . . Pag. 5

CAP. I — COME SI PERCEPISCONO I RAPPORTI SPAZIALI . . . » 7

1) Introduzione . . . . . » 7

2) I rapporti spaziali e le illusioni per associazione . . . » 8

3) La percezione dei rapporti spaziali indefiniti . . . . » 17

4) Conclusioni . . . . . » 25

CAP. II — LE CONSEGUENZE DELLA PERCEZIONE DEI RAPPORTI SPAZIALI . . . . . » 27

1) Introduzione . . . . . » 27

2) Le figure di intreccio . . . . . » 27

3) Le illusioni delle maglie . . . . . » 31

4) Le illusioni angolari . . . . . » 34

5) Conclusioni . . . . . » 39

CAP. III — LE PROVE DEL COME SI PERCEPISCONO I RAPPORTI SPAZIALI . . . . . » 40

1) Come si presentano i moti α nelle illusioni delle maglie » 40

2) Le deformazioni nei complessi ottenuti per fusione binoculare . . . . . » 49

3) Conclusioni . . . . . » 54

CAP. IV — LE CONSEGUENZE DELLA PERCEZIONE DEI RAPPORTI SPAZIALI: I MOTI DEFORMANTI . . . . . » 55

1) Concetto di moto deformante . . . . . » 55

2) Metodo usato . . . . . » 58

3) Risultati ottenuti . . . . . » 60

4) Osservazioni generali sopra i moti deformanti e le condizioni della loro comparsa . . . . . » 79

5) La velocità nei moti deformanti . . . . . » 81

6) Riassunto dei risultati . . . . . » 84

CAP. V — LE CONSEGUENZE DEI MOTI DEFORMANTI . . . . . » 85

1) I moti deformanti ed i vari modi della loro produzione » 85

2) I moti deformanti ed i moti intrafigurali dello Ehrenstein » 86

CAP. VI — COME VARIANO I RAPPORTI SPAZIALI IN UN COMPLESSO . . . . . » 91

1) Introduzione . . . . . » 91

2) Metodo usato . . . . . » 93

3) Risultati ottenuti . . . . . » 95

4) Conclusioni . . . . . » 110

CAP. VII — LE CONCLUSIONI . . . . . » 112

1) Riassunto dei risultati ottenuti . . . . . » 112

2) Le conseguenze dei risultati ottenuti . . . . . » 114

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUZIONE

La maggiore preoccupazione di diversi psicologi, che studiano il problema della percezione delle forme è essenzialmente questa: ricercare il fattore fisiologico grazie al quale, in certe condizioni, parecchie stimolazioni sensoriali danno luogo alla percezione di un determinato complesso ossia di un tutto unico dotato di speciali caratteristiche, che non è deducibile dalla pura somma delle singole sensazioni. Questa preoccupazione ha fatto trascurare sin qui lo studio di una questione di capitale importanza e cioè come la nostra attività psichica, nel percepire un complesso come tale, perviene a risultati che oltrepassano i processi fisiologici, che l'hanno stimolata. Tenendo presente tale questione, nello studio dei complessi rappresentativi, non mi preoccupai del processo fisiologico, che accompagna la percezione di un complesso, ma di stabilire quale è l'intimo meccanismo per cui un complesso rappresentativo si presenta come tale, e quali le leggi che sovraitendono alla sua formazione.

Ora il problema presenta due aspetti, o si indaga il perchè certe impressioni sensoriali, in date condizioni, sono fuse in un complesso percettivo, unico, ovvero quali sono le modalità della formazione di complessi.

È chiaro che, per poter dare una soddisfacente risposta alla prima domanda, è necessario aver risolto la seconda. Questo mi proposi e stabilii perciò un intero ciclo di ricerche sopra le modalità, con cui avviene la percezione dei complessi rappresentativi. Restrinsi il mio compito ai complessi visivi e, memore di quanto avverte il Wunt, mi attenni massimamente allo studio delle illusioni ottiche.

In nessun campo della psicologia come in questo le opinioni sono più disparate; gli uni ricercano la causa delle illusioni ottiche in determinati processi fisiologici, che accompagnano l'atto del percepire; altri credono di risolvere la questione, am-

Digitized by Google

mettendo senz'altro una oscura causa di origine ultrasensoriale, nessuno, per quanto mi consta, ha ricercato nell'intimo meccanismo della percezione dei complessi rappresentativi, il perchè dell'illusioni ottiche; forse si dovrebbe eccettuare il Lipps, il quale tuttavia era piuttosto preoccupato dei problemi dell'estetica che di altro. Inolte il Lipps introduce nel campo delle percezioni, processi psichici che vanno molto al di là di esse, e che presuppongono una elaborazione dei contenuti rappresentativi tale, che verrebbe a perdersi proprio uno dei caratteri precipui dei contenuti rappresentativi e cioè la loro immediatezza.

Lo studio delle illusioni ottiche mi condusse a considerare che nei complessi rappresentativi non si danno soltanto parti ordinate in una rappresentazione spaziale, ma altresì rapporti spaziali fra le parti. Onde mi rivolsi a determinare in qual modo nell'atto del percepire le parti in un tutto, si presentano i rapporti spaziali: in qual modo cioè essi vengono percepiti.

Pertanto il problema delle modalità della percezione dei complessi viene naturalmente a dividersi in due parti; nello studiare come vengono percepiti i rapporti spaziali fra le parti e nello studiare come vengono percepite le parti stesse.

Si possono ritrovare in tali modalità leggi che le regolino? E quale è il significato delle medesime, qualora se ne diano? Ecco le domande alle quali mi proposi dare risposta.

In questo primo lavoro sono studiate le modalità della percezione dei rapporti spaziali. Esse hanno un loro preciso significato e ci consentono di spiegare varie illusioni ottiche, dai più interpretate in modo assai diverso. Esse ci consentono altresì di capire alcuni fenomeni di moto apparente. In ultimo, ci permettono di trovare un nuovo significato alla legge di massima economia, la quale da me invocata per spiegare certe manifestazioni della vita psichica collettiva, mi sembra una delle più importanti leggi della nostra vita psichica.

Pertanto lo scopo del presente lavoro consiste nell'indicare quali siano, a parer mio, le modalità, secondo le quali avviene la percezione dei rapporti spaziali; nel darne le prove; nell'interpretare alcuni fenomeni di moto apparente ed infine nel ricercare come variano i rapporti spaziali, quando varia l'estensione del complesso in cui si presentano.

Digitized by Google

CAPITOLO PRIMO

COME SI PERCEPISCONO I RAPPORTI SPAZIALI

1. — Introduzione

Se più impressioni visive si fondono per noi, in un solo complesso, è chiaro che esse saranno collegate da determinati rapporti spaziali, i quali non soltanto agiscono come fattore di coerenza fra le parti, ma altresì nel determinare lo speciale aspetto del complesso.

Nelle presenti ricerche mi sono appunto proposto lo scopo di determinare l'influenza dei rapporti spaziali sopra l'aspetto dei complessi, in cui si presentano, cioè in qual modo vengono percepiti. Infatti ci si può domandare se la percezione che si ha di essi, risponde alle condizioni dello stimolo o se fra questo e quella esistono discrepanze; in quest'ultimo caso, per quali motivi esistono e quale la loro influenza nella percezione delle parti del complesso e del complesso stesso.

La via più semplice per rispondere a tali domande è data da quei complessi nei quali la immagine di percezione differisce dallo stimolo di forma. Infatti per questa discrepanza si può determinare se ha influenza la percezione dei rapporti spaziali ed in qual modo essa si manifesta. I rapporti spaziali possono essere percepiti in vario modo: o come vicinanza fra le parti, o come distacco, o semplicemente come distanza. Il perchè in certe condizioni siano percepiti così, non è mio compito studiare, essendo questo un altro problema da riconnettersi a quello della grandezza apparente.

Digitized by Google

Ora, queste impressioni di vicinanza o di distacco, o semplicemente di distanza hanno influenza sul come noi percepiamo i rapporti spaziali di un complesso? Nelle presenti ricerche esaminai appunto vari complessi e determinai in qual modo vengono percepiti, quando variano i rapporti spaziali fra le parti, che li costituiscono.

Il caso più semplice, a questo riguardo, è offerto dalle illusioni per associazione, nelle quali si manifesta l'azione di contrasto o di assimilazione, solo perchè si aumentano o si diminuiscono i rapporti spaziali fra le parti costituenti il complesso in cui si presenta l'illusione.

Esaminai poi un'intera classe di complessi, l'aspetto dei quali è da ricondursi, secondo me, al modo con cui vengono percepiti i rapporti spaziali. I risultati ottenuti per le due classi di complessi, è oggetto del presente capitolo (1).

2. — I RAPPORTI SPAZIALI E LE ILLUSIONI PER ASSOCIAZIONE

Se nell'interno di due cerchi di ampiezza diversa tracciamo due segmenti di eguale estensione, questi non ci appaiono più tali, ma il segmento interno al cerchio minore, sembra maggiore di quello posto nel cerchio maggiore. Così nella figura 1, il segmento che sta nel cerchio A, pur essendo oggettivamente uguale a quello del cerchio B, appare notevolmente maggiore di questo ultimo.

La figura 1 rappresenta un chiaro esempio di illusione per

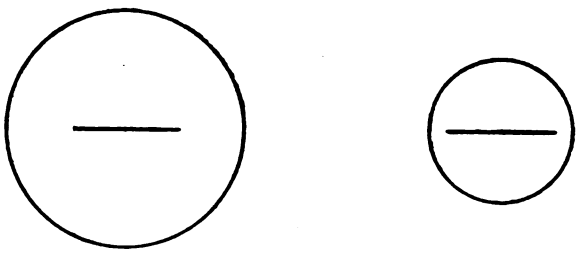


Figura 1.

(1) Alcuni dei risultati comunicati nel presente capitolo, vennero già pubblicati da me nel lavoro: « *Di alcune nuove illusioni ottiche in rapporto alla percezione dei complessi rappresentativi* », Archivio Italiano di Psicologia, Vol. IV, Fasc. III, IV, 1925, pp. 208 e segg.

Digitized by Google

associazione; infatti si potrebbe ammettere come motivo dell'illusione, in *A* un'assimilazione, in B un contrasto fra l'estensione del cerchio e l'estensione del segmento interno.

Ma è veramente l'estensione dell'intero cerchio, che influisce nei due casi? Si osservi a tale riguardo la fig. 2, nella quale i due cerchi sono stati sostituiti dai punti della circonferenza più vicini agli estremi dei segmenti. L'illusione persiste, e il segmento in *A* appare maggiore di quello in *B* oggettivamente uguale al primo. Anche in questo caso si potrebbe ammettere un contrasto, e rispettivamente un'assimilazione tra l'estensione del complesso, rappresentata dalla distanza tra i due punti di limite, e l'estensione del segmento.

Figura 2.

Ma in realtà, ciò che è percepito immediatamente nei due complessi *A* e *B*, sia in fig. 1, che in fig. 2, non è già l'estensione, ma bensì i rapporti spaziali in cui si trovano i segmenti interni con i cerchi e rispettivamente con i punti di limite. In *A* abbiamo chiaramente l'impressione di vicinanza, in *B* quella di distacco. Ora, in qual modo sono percepiti questi rapporti di vicinanza e di distacco? È sufficiente perciò confrontare nella fig. 2 le distanze tra i punti limite ed i segmenti interni, e quando costituiscono rapporti spaziali fra le parti dei complessi *A* e *B*, e quando sono viste isolate. Nella fig. 3 è messa a confronto la distanza tra il segmento interno ed i punti di limite di *B* di fig. 2 con la medesima, ma isolata. Si vede chiaramente che *A B* appare maggiore della distanza *A' B'* oggettivamente uguale ad *A B*.

Figura 3.

Tale fatto si può dimostrare chiaramente, facendo il segmento interno uguale alla distanza tra i suoi estremi ed i punti di limite (fig. 4).

Digitized by Google

In questo caso il segmento interno appare notevolmente minore della distanza tra esso ed i punti di limite. L'illusione di fig. 4 è tanto più notevole in quanto che per la nota legge che distanze riempite appaiono maggiori delle vuote (1), il segmento interno dovrebbe apparire maggiore delle distanze tra i suoi

Figura 4.

estremi ed i punti di limite, uguali ad esso. Analogamente si può vedere pel complesso *B* di fig. 1. Nella figura 5 sono appunto messe a confronto la distanza tra il segmento e la circonferenza, e la medesima, ma isolata. Si vede senz'altro che questa appare minore di quando fa parte del complesso a sinistra.

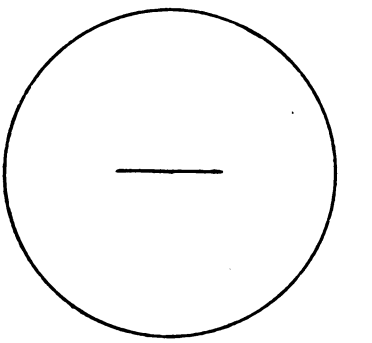


Figura 5.

Se volessimo procedere ad un analogo esame per le altre illusioni per associazione, troveremo l'identico fatto; cioè nelle figure, ove si manifesta il contrasto, i rapporti spaziali fra le parti non vengono percepiti nello stesso modo come quando sono isolati, ma appaiono maggiori di quel che sono in realtà.

Così nella illusione di Ebbinghaus la distanza tra il cerchio centrale ed i cerchi periferici, nella figura dove vi è contrasto, appare maggiore di quel che è in realtà.

Esaminiamo ora in quel modo vengono percepiti i rapporti spaziali nelle figure dove vi è assimilazione. Naturalmente

(1) W. WUNDT, *Grundzüge d. Physiol. Psychologie*, Bd. 12VI, p. 581, 1910.

Digitized by Google

il confronto riuscirà più difficile, in quanto che le distanze da confrontare sono già di per sè assai piccole. Nella figura 6 la distanza tra i due punti a destra è oggettivamente uguale alla distanza tra gli estremi del segmento interno ed i punti di limite del complesso *A* di figura 2. Si vede che la distanza tra i due punti isolati appare maggiore, sebbene lievemente, della medesima quando fa parte del complesso *A*.

Qui pertanto si verifica una illusione opposta alle precedenti. Nelle figure dove vi era contrasto, la distanza fra le parti percepita come distacco, era vista maggiore di quel che fosse in realtà, qui la distanza percepita come vicinanza è vista minore. Al medesimo esame si possono sottoporre le altre figure in cui vi è assimilazione; in tutti i casi si osserva che le distanze percepite come vicinanza, appaiono minori di quel che sono in realtà.

Figura 6.

Dal sin qui detto appare dunque chiaro che nelle illusioni per associazione non soltanto sono modificate le parti dei complessi in cui si manifestano, ma altresì i rapporti spaziali fra le parti, e precisamente tanto al contrasto quanto all'assimilazione corrisponde un accentuarsi delle caratteristiche dei rapporti spaziali, nel senso che, ove questi sono visti come vicinanza, appaiono minori, come distacco, maggiori di quel che sono effettivamente.

Quale significato ha codesto accentuarsi dei rapporti spaziali? Si tratta qui di una conseguenza della maggiore e rispettivamente minore estensione apparente delle parti, ovvero di un fenomeno primario avente per effetto appunto l'estensione apparente delle parti?

Se noi ammettiamo un'azione di contrasto o di assimilazione, è fuori dubbio che dobbiamo altresì ammettere che, nell'atto del percepire le parti in un tutto, si stabilisca un confronto tra le varie parti del complesso. La qual cosa presuporrebbe che nella fusione, le parti si mantenessero in certo modo isolate, onde poterle analizzare e confrontare. Che ciò non sia possibile

Digitized by Google

lo dimostrano tutte le ricerche, stabilite nel campo della psicologia delle forme, il risultato precipuo delle quali è, che nella fusione d'impressioni visive in un tutto, si produce un qualcosa di nuovo, per il quale le parti perdono la loro individualità (1).

Inoltre nell'atto del percepire le parti in un tutto, non predomina già l'estensione del complesso come tale, ma bensì le caratteristiche di esso, le quali, nelle illusioni per assimilazione, sono la vicinanza delle parti, in quelle per contrasto, il distacco. Codesti rapporti spaziali vengono percepiti immediatamente e non già come proporzioni, ma come vere distanze, ossia come parti del complesso. Ora, *se la funzione del percepire ha come finalità la conoscenza del complesso e delle sue caratteristiche, e se ciò ha da avvenire secondo una legge di massima economia, ossia coi minimi mezzi; è chiaro che l'accentuarsi delle caratteristiche dei rapporti spaziali, nell'immagine della percezione, è la via più semplice per giungere a tale fine.*

Ma affinchè sia possibile un tale apparente accentuarsi,

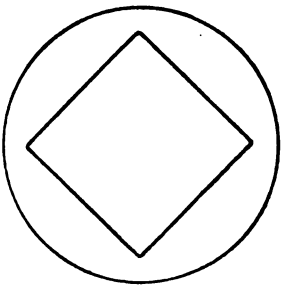


Figura 7.

è necessario che mutino le estensioni delle parti. Nelle figure date, infatti, muta l'estensione dei segmenti, in tal modo che ove si presentano rapporti di vicinanza, essi appaiono maggiori, minori, ove sono rapporti di distacco. Questo mutare pertanto è dovuto al fatto che nell'atto del percepire le parti in un solo complesso, vengono accentuati i rapporti spaziali, che sono in un caso di vicinanza, nell'altro di distacco. In tal modo le illu-

(1) WERTHEIMER M. *Ueber Gestalttheorie*. Vortrag gehalten in d. Kantgesellsch, Berlin, 1924, pp. 6 e segg.

Digitized by Google

sioni per associazione non sono dovute ad un confronto, ma all'atto stesso del percepire le parti in un tutto unico.

L'accentuarsi delle caratteristiche dei rapporti spaziali, può avere per conseguenza anche una deformazione delle parti. Così nella fig. 7 l'accentuarsi dei rapporti spaziali di vicinanza tra i vertici della losanga ed il cerchio, ha per conseguenza la deformazione del cerchio.

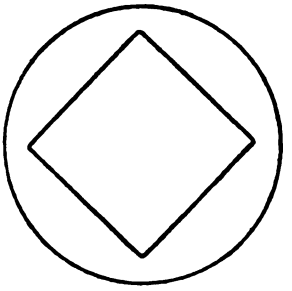
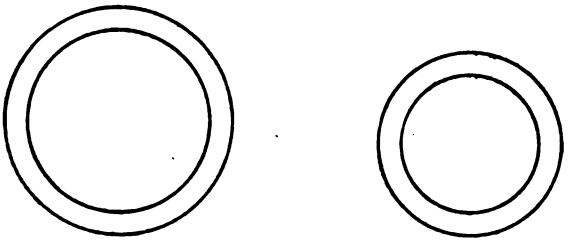


Figura 8.

Anche in questo caso noi abbiamo che la distanza tra i vertici ed il cerchio appare minore di quando è percepita isolata. Nella figura 8, infatti, la distanza tra i due punti isolati, appare maggiore di quella uguale ad essa tra i vertici della losanga ed il cerchio.



A B

Figura 9.

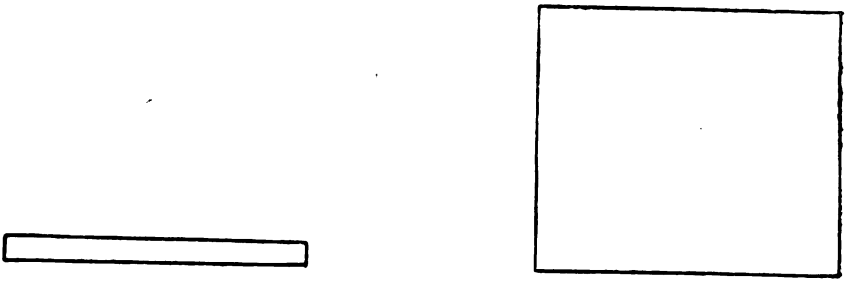
L'accentuarsi delle caratteristiche dei rapporti spaziali, potrebbe spiegare molte illusioni ottiche, sinora ritenute come conseguenza di azioni di contrasto e di assimilazione fra

Digitized by Google

le parti di un complesso; così l'illusione di Laska (1) per la quale, essendo sovrapposti agli estremi dei lati uguali di un angolo, due punti ad ineguali distanze, i lati dell'angolo appaiono disuguali, e precisamente maggiore il lato a cui è sovrapposto il punto a minore distanza. Così l'illusione del Delboeuf, rappresentata nella fig. 9. Il cerchio interno di *A* è uguale al cerchio esterno di *B*, che appare notevolmente minore.

Infatti, secondo il detto, mentre l'estensione del cerchio interno di *A* per l'accentuarsi dei rapporti di vicinanza fra esso ed il cerchio esterno appare maggiore, di quanto è visto isolato, il medesimo cerchio in *B* appare minore, ancora per l'accentuarsi dei rapporti di vicinanza, il quale in *B* produce non solo la maggiore estensione del cerchio interno, ma anche la minore estensione di quello interno.

Tuttavia non tutte le illusioni per associazione ricevono la loro spiegazione in tal modo, e precisamente quelle nelle quali non si presentano più rapporti spaziali di vicinanza o di distacco fra le varie parti del complesso, ma differenze fra i rapporti spaziali. Ne è esempio la ben nota illusione, dovuta al Lipps, per cui la base di un rettangolo avente una piccola altezza è vista maggiore di quel che sia in realtà, e maggiore di quando faccia parte di un rettangolo ad altezza maggiore (2) (fig. 10).



A B

Figura 10.

Tanto in *A* quanto in *B* le basi sono eguali, eppure quella del rettangolo *A* appare maggiore. Nei complessi costituiti da *A* e da *B*, i rapporti spaziali sono dati dai lati stessi dei rettangoli.

(1) Bourdon B. *La perception visuelle de l'espace*, *pp.* 312 e 313, Paris, 1902.
(2) Lipps Th. *Raumaesthetik*, *ecc.*, pp. 112 e 325, Leipzig, 1897.

Digitized by Google

Nell'atto del percepire il complesso *A* o quello *B*, non apprezziamo successivamente la lunghezza dei lati, ma abbiamo senz'altro la percezione della caratteristica per cui *A* si distingue da *B*, e cioè della grande differenza fra l'estensione dei lati in *A*, e della poca differenza in *B*. Nell'atto di percepire le varie parti e la differenza dei rapporti spaziali in un solo complesso, si accentua tale differenza per modo che, secondo una legge di massima economia, viene facilitata la percezione delle parti in un tutto, il quale esisterà, come tale, sol quando saranno percepite le sue caratteristiche. Se così è, se cioè in *A* si accentua la differenza fra i lati, in *B* la somiglianza, allora in *A* non soltanto la base appare maggiore di quel che è in realtà, ma l'altezza dovrà apparire minore: in B, viceversa, dovremo percepire la base apparentemente minore, l'altezza maggiore di quando sono viste isolate.

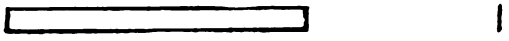


Figura 11.

Nella figura 11, infatti, il segmento isolato appare maggiore dell'altezza del rettangolo, pur essendo uguale ad essa.

Nella figura 12 invece il segmento a destra oggettivamente uguale all'altezza del rettangolo, appare lievemente minore.

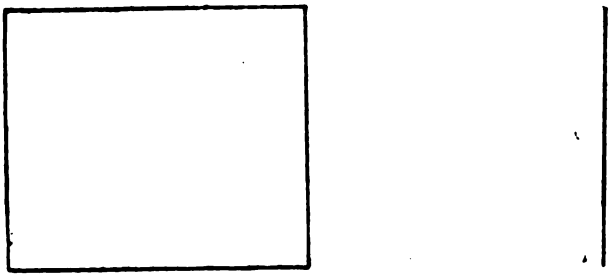


Figura 12.

Io credo pertanto mi sia lecito dedurre che i rapporti spaziali di un complesso sono percepiti in modo tale che ne vengono accentuate le loro caratteristiche. Tale accentuarsi è dovuto alla legge di massima economia, e rappresenta il minimo mezzo necessario e sufficiente per avere l'immediata percezione dei

Digitized by Google

rapporti e delle caratteristiche spaziali dell'intero complesso. Per raggiungere tale scopo le parti possono essere percepite con estensioni e con aspetti differenti da quelli, coi quali si percepiscono, quando sono isolate. L'essenza dunque dell'assimilazione e del contrasto non consiste già in un eguagliare le estensioni di due o più parti, ma nell'accordare in una sintesi creativa tali estensioni con la percezione dei rapporti spaziali fra le parti stesse. E però non si tratta di un percepire successivo le parti di un complesso, ma del fondersi simultaneo di queste, con i rapporti spaziali.

Onde le discrepanze fra l'immagine della percezione e lo stimolo di forma nascono non per confronti, ma per la necessità di percepire immediatamente le parti in un tutto. E che si tratti di *un'utile* necessità, a cui soggiace l'atto del percepire, prova il fatto che ove si presentino rapporti spaziali di differenza, di vicinanza, di distacco, qui è più facile il sorgere dalle parti un tutto unico.

In quale rapporto stia il detto con i problemi dell'estetica psicologica, non è per ora il mio compito. Si noti tuttavia come lo schizzo, l'abbozzo, la caricatura, ove i rapporti spaziali di vicinanza, di distacco e di differenza sono artificialmente accentuati, ne danno assai nettamente la conoscenza del tutto, talvolta più dei disegni, dei quadri e dei ritratti.

La sola obbiezione che io credo possibile all'ammettere un'accentuarsi dei rapporti spaziali, è la seguente: in qual modo è possibile determinare se fra le parti di un complesso si ha l'impressione del distacco, anzichè quella di vicinanza?

Non è escluso che al riguardo si diano differenze individuali; il Benussi (1) aveva già fatto notare che si hanno due tipi: il sintetizzante e l'isolante, che si comportano in modo opposto nel percepire quelle impressioni sensoriali (2), « che sono inadeguate, conducendo a convincimenti illusorii ». Il Müller (3) dice poi esattamente così: « Le differenze individuali riguardo al modo come viene raggruppato un certo materiale sensoriale possono derivare non soltanto da ciò che le esperienze sono diverse per le diverse persone, ma che una rassomiglianza od una

(1) V. BENUSSI, *Arch. f. d. Gesamt. Psych.* 32, p. 409, 1914.
(2) V. BENUSSI, Ibidem, p. 403.
(3) G. E. MUELLER, *Komplexthorie u. Gestalttheorie*, p. 16, 1923.

Digitized by Google

eguaglianza per un certo aspetto si fa valere rispetto alle impressioni sensoriali in misura diversa per le diverse persone ».

Nel caso nostro si tratta di tali fatti. Soltanto attraverso l'esperienza si può dare una risposta; e cioè quando un rapporto di distanza si percepisca come impressione di vicinanza, o come di distacco. Così il Dott. Galli, studiando l'illusione di fig. 9 fra altre varie per associazione, in bambini normali e deficienti trovava che su 50 bambini di 5 anni, 29 avevano l'illusione tipica, 10 apprezzavano le linee come uguali, e 9 avevano l'illusione rovesciata. Su 40 bambini di 6 anni, 11 vedevano l'illusione, 25 giudicavano le linee uguali e 4 avevano l'illusione rovesciata. Senza esporre le deduzioni che si potrebbero fare al riguardo, faccio notare come dai risultati sopraddetti, si rilevi che non sempre s'apprezzano i rapporti spaziali, o come distacco, o come vicinanza.

3. — La percezione dei rapporti spaziali indefiniti

Esaminiamo ora il complesso costituito da un cerchio e da una losanga i cui centri coincidono. Possiano ottenere, variando l'estensione dell'uno o dell'altro sottocomplesso, che ad un tratto siano percepiti come vicini, o come staccati. Vediamo se anche qui si dia un accentuarsi dei rapporti spaziali, e come ciò avvenga.

Per poter variare a piacimento i rapporti spaziali fra il cerchio e la losanga, sopra un foglio di cartoncino bianco disegnai in nero una serie di losanghe, le cui semidiagonali variavano da 4 mm. a 60 mm., di un millimetro per volta, e cioè erano inscrivibili in altrettanti cerchi, i cui raggi variavano da 4 a 60 mm. Sopra un foglio di celluloide bianca perfettamente trasparente, disegnai in nero un cerchio di 20 mm. di raggio. Sovrapponendo il cerchio successivamente alle varie losanghe, era possibile variare i rapporti di distanza fra il cerchio e la losanga stessa. Il fatto che il cerchio era disegnato su celluloide, le losanghe sopra la carta non aveva nessuna importanza, essendo perfetta la trasparenza del celluloide. La distanza tra il cerchio ed i

Digitized by Google

vertici delle singole losanghe, era misurata dalla differenza tra la semidiagonale di queste ed il raggio del cerchio.

Col metodo detto pertanto è facile osservare quali fenomeni avvengano quando aumenti o diminuisca la distanza fra le due parti del complesso cerchio e losanga.

Sovrapponendo il cerchio alla losanga avente la semidiagonale di 4 mm. non si ha la percezione di un solo complesso; losanga e cerchio conservano i loro caratteri d'indipendenza (fig. 13).

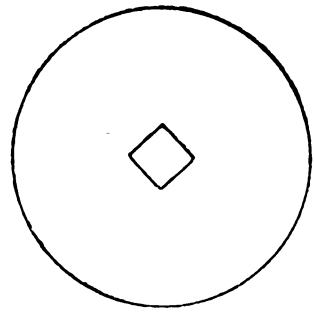


Figura 13.

Tale carattere si conserva sovrapponendo il cerchio alle successive maggiori losanghe sino alla 10, per la quale la distanza fra i vertici ed il cerchio è di mm. 10. Si ha qui la percezione

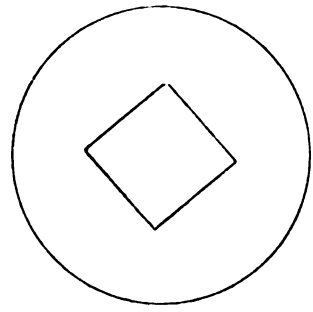


Figura 14.

di un cerchio con intaglio a losanga, e non si notano deformazioni nè per l'una, nè per l'altra forma (fig. 14).

Si ha in fig. 14 un complesso in cui è dominante l'abito circolare. Un tale aspetto del complesso si conserva sovrappo-

Digitized by Google

nendo il cerchio alle varie losanghe sino alla 13 (per la quale la distanza tra i vertici della losanga ed il cerchio è di mm. 7). Qui non si ha più la percezione di un complesso di abito circolare ma di una sfera in cui sia affondata una losanga. Non si hanno deformazioni nè per l'una nè per l'altra forma.

Tale percezione scompare del tutto o quasi sovrapponendo il

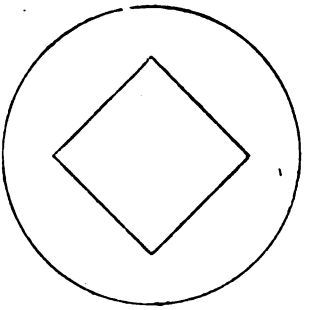


Figura 15.

cerchio alla losanga 14, più nettamente alla 15 (distanza 5 mm.). Nella figura 15, dove sono appunto rappresentate tali condizioni, noi osserviamo che i rapporti di distanza fra cerchio e losanga vengono percepiti come vicinanza, il cerchio appare lievemente deformato, schiacciato in corrispondenza dei vertici, ed i due

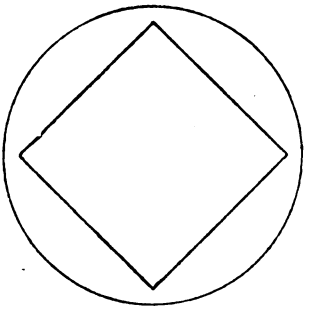


Figura 16.

sottocomplessi tendono a fondersi in uno solo, in cui essi conservino una medesima efficacia. Quanto più scema la distanza fra i due sottocomplessi, tanto più aumentano tali fenomeni: così in fig. 16, dove la distanza è di mm. 2.

Digitized by Google

Nel punto di tangenza, fra il cerchio e la losanga (fig. 17), si ha la percezione di un complesso avente talvolta l'aspetto di una losanga con segmenti circolari, sovrapposti ai lati, talvolta di un cerchio con quattro corde sottese. Le due forme per-

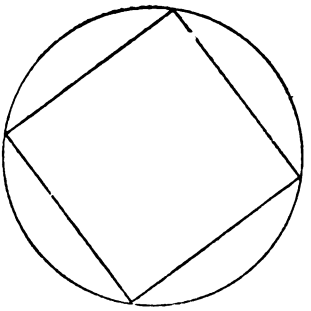


Figura 17.

dono la loro individualità e sono fuse in un solo complesso; il cerchio appare deformato nel senso che è maggiormente incurvato in corrispondenza della metà dei lati della losanga, ed i lati di questa si presentano leggermente incurvati verso il centro.

Aumentando ancora la grandezza della losanga si ha la percezione di un complesso costituito dall'intreccio delle due forme, cerchio e losanga (fig. 18).

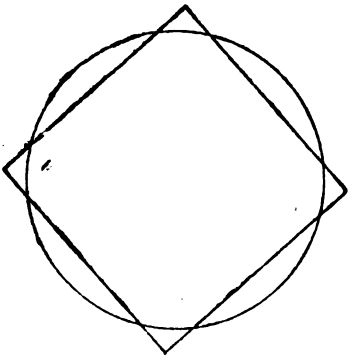


Figura 18.

Il cerchio nella figura 18 appare deformato, nel senso che sembra maggiormente incurvato in corrispondenza dei lati della losanga, appiattito in corrispondenza dei vertici. La losanga in-

Digitized by Google

vece si presenta coi lati apparentemente incurvati verso il centro. Tale percezione e tali fenomeni, si presentano finchè il cerchio non rimane inscritto nella losanga, e cioè sino alle condizioni presentate dalla figura 19.

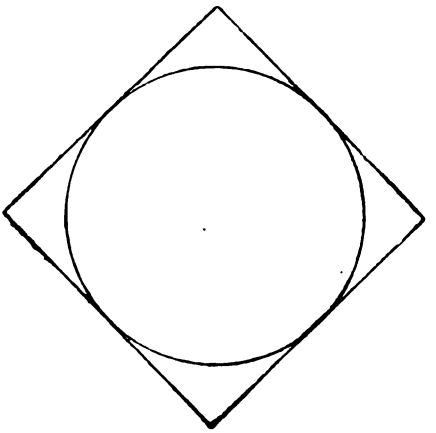


Figura 19.

Qui si ha l'impressione di un cerchio sormontato da 4 angoli; la forma losanga è quasi svanita: il cerchio appare appiat-

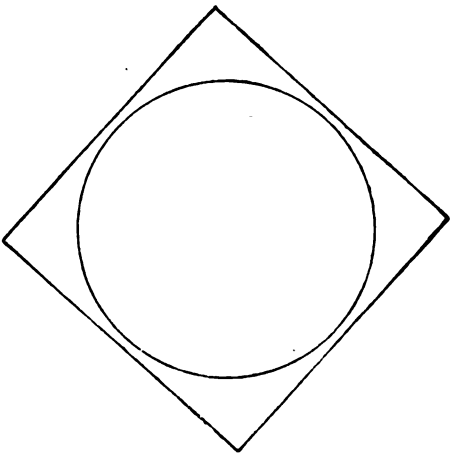


Figura 20.

tito in corrispondenza dei vertici di quella, ed i lati della losanga sembrano incurvarsi verso il centro. Appena si oltrepassa

Digitized by Google

la tangenza, si ha invece la percezione delle due forme, tendenti a fondersi in un solo complesso; il cerchio appare ancora lievemente deformato, i lati della losanga fortemente incurvati verso il centro (fig. 20).

Tali condizioni permangono, sinchè la distanza tra il cerchio ed i lati della losanga è di circa 2 mm. Nella figura 21, si ha invece la percezione di un complesso con aspetto di losanga avente un intaglio circolare: le deformazioni tuttavia sono ancora riconoscibili, sebbene lievi ed oscillanti tanto nell'una come nell'altra forma.

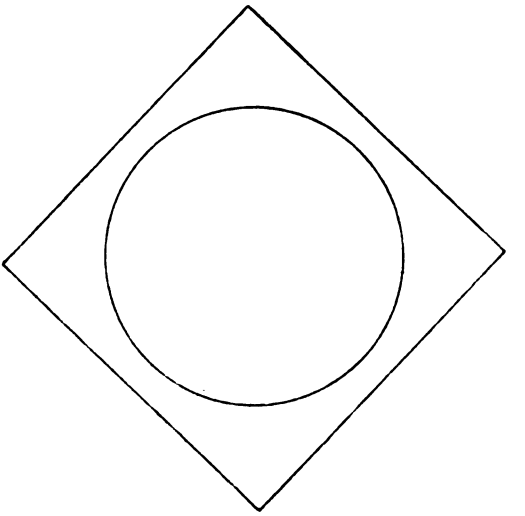


Figura 21.

Tali condizioni permangono finchè per un ulteriore aumento della distanza fra le due forme, esse appaiono nuovamente indipendenti, non più fuse in un complesso.

Analizziamo ora il significato di tali fenomeni in riguardo alla percezione dei rapporti spaziali. Anzitutto si deduce che quando i rapporti spaziali hanno raggiunto un dato limite, le parti non sono più fuse in un solo complesso. Ciò s'accorda con quanto dice il Wertheimer (1) riguardo all'importanza che ha il

(1) WERTHEIMER M. *Psychologische Forschung*. Bd. IV, pag. 337, 1923.

Digitized by Google

fattore spaziale della vicinanza, affinchè certe impressioni sensoriali di una costellazione siano raggruppate in complessi. Il Müller (1) parla persino di un fattore fisiologico di vicinanza. Il significato del fattore di vicinanza esorbita dal mio scopo: sia notato invece che fra le modalità, per cui le parti si fondono per noi in un solo complesso, è pur questa, che deve essere oltrepassato un certo limite nella distanza delle parti fra di loro.

È chiaro poi che, qualora le parti non sono fuse in un complesso, esse necessariamente sono percepite con le caratteristiche, con cui si presentano isolate e perciò non si avranno discrepanze tra lo stimolo di forma e l'immagine di percezione. Oltrepassato un tale limite, le due forme si fondono assieme, ma i rapporti spaziali sono percepiti soltanto come distanza fra le parti: in questo caso la percezione che di essi abbiamo, corrisponde alle condizioni dello stimolo. Infatti, quando si ha la percezione del complesso cerchio con intaglio a losanga (fig. 14) i rapporti spaziali hanno la sola caratteristica di distanza fra le parti; parimente in fig. 21 in cui si ha la percezione di una losanga ad intaglio circolare. In tali casi, essendo i rapporti spaziali percepiti quali essi sono nello stimolo di forma, non si hanno deformazioni nelle parti del complesso.

Quando i rapporti spaziali sono percepiti come vicinanza fra le parti, allora abbiamo deformazioni dovute al fatto che si accentua la vicinanza, dall'altra parte perchè i rapporti spaziali non sono costanti.

Paragoniamo perciò la figura 9 in cui un cerchio racchiuso in uno ad esso appena maggiore, appare maggiore di quel che sia in realtà. In quest'ultimo caso (fig. 9) noi abbiamo che i rapporti fra i due cerchi essendo costanti, sono sottapprezzati in misura uniforme con la conseguenza di un'uniforme maggiore estensione del cerchio interno. Nella fig. 16 invece è chiaro che i rapporti spaziali tra il cerchio e la losanga non sono costanti, ma minimi in corrispondenza dei vertici, massimi in corrispondenza dei lati della losanga. Onde, il loro accentuarsi non sarà uniforme, ma massimo ove si presenta un minimo. Se così è, riesce facile darci ragione come mai il cerchio appare schiacciato in corrispondenza dei vertici della losanga. Ci sarà altresì

(1) MUELLER G. E. *Op. cit.*, p. 25.

Digitized by Google

facile darci ragione della deformazione apparente nella losanga in fig. 20. Anche qui la distanza tra i lati della losanga ed il cerchio è la minima, onde maggiormente s'accentua nel percepire le due parti in un solo complesso. È lecita quindi la deduzione che, qualora i rapporti spaziali fra le parti mutano di estensione, l'accentuarsi di essi, allorchè sono percepiti come vicinanza fra le parti, si manifesta là dove essi sono minori. Tale accentuarsi può avere per conseguenza la deformazione di alcune delle parti del complesso.

La illusione di fig. 17 invece, nella quale si ha la tangenza tra cerchio e losanga, non può ricondursi senz'altro alla cause dette. In fig. 17 noi abbiamo che il cerchio in corrispondenza dei lati della losanga appare maggiormente convesso, così che, per conseguenza, sembra schiacciato nei punti di tangenza coi vertici. Quali sono qui i rapporti spaziali fra le parti? Evidentemente essi sono determinati dall'arco di cerchio sotteso dai lati. Essi pertanto non sono definiti, ma variano da un massimo a zero, nè vi è alcun punto di riferimento, sia nel quadrato, sia nel cerchio per poterli percepire. Ora se la percezione delle parti in un tutto significa altresì percepire in quali rapporti esse si trovano nello spazio, e se tale percezione ha da avvenire secondo una legge di massima economia, non vi è dubbio che lo stabilirsi di una deformazione nel cerchio e nei lati del quadrato non soltanto agevola la percezione dei rapporti spaziali, ma in un certo modo li determina. I punti di massima deformazione infatti coincidono coi punti di massima distanza spaziale fra le parti. È questa ancora una necessità a cui soggiace l'atto del percepire, necessità per la quale immediatamente abbiamo la percezione delle parti ordinate in un tutto, collegate quindi in determinati rapporti spaziali. Nasce da ciò la legge *che ove i rapporti spaziali siano indefiniti (indeterminati) essi vengono percepiti in tal modo che le distanze massime sono accentuate.* Tale apparente sopra apprezzamento può condurre a deformazioni delle parti.

Codesta legge poi ci spiega altresì perchè la deformazione di fig. 15, dovuta ad un accentuarsi dei rapporti di vicinanza, si manifesti nel cerchio non nella losanga. Infatti in questa vi sono punti di riferimento, i vertici; nel cerchio, nessuno.

Il motivo dell'accentuarsi dei rapporti spaziali indefiniti

Digitized by Google

nei punti di distanza massima, vale per tutte le illusioni, in cui le due forme o sono tangenti o s'intrecciano (fig. 17, 18, 19).

Nella figura 18 ad esempio, lo schiacciarsi del cerchio in corrispondenza dei vertici della losanga, l'apparire di questa coi lati incurvati verso il centro, l'apparente maggiore convessità del cerchio in corrispondenza dei lati, sono conseguenze del percepire i rapporti spaziali fra le parti del complesso e dell'apparente stabilirsi di punti di riferimento, affinchè ciò sia possibile.

La legge che regola la percezione dei rapporti spaziali indefiniti, è davvero una necessità del nostro percepire le parti in un solo complesso, chè senza di essa tal percezione sarebbe ostacolata. Senza le apparenti deformazioni delle parti, non sarebbe possibile percepirle immediatamente nelle loro reciproche posizioni spaziali. Ancor qui la legge di massima economia ha un profondo significato, poichè le deformazioni sono davvero il minimo mezzo, affinchè siano percepiti i rapporti spaziali fra le parti.

4. — Conclusioni

Da quanto è stato detto, si possono dedurre le seguenti conclusioni:

1°) i rapporti spaziali fra le parti possono essere percepiti o come vicinanza, o come distacco, o come distanza fra parti.

2°) I rapporti spaziali percepiti come vicinanza o come distacco nell'atto del percepire sono accentuati nel senso delle loro caratteristiche.

3°) Le conseguenze di tale accentuarsi sono o la maggiore o relativamente minore estensione apparente delle parti, ovvero le deformazioni delle parti.

4°) I rapporti spaziali percepiti come distanza non variano nell'atto del percepire.

5°) Le differenze dei rapporti spaziali sono accentuate, nell'atto del percepire il complesso come tale.

6°) La percezione dei rapporti spaziali indefiniti avviene

Digitized by Google

così, che si costituiscono, anche per mezzo di eventuali deformazioni delle parti, dei punti di riferimento.

7°) Le varie modalità nel percepire i rapporti spaziali sono dovute ad una legge di massima economia, per la quale tali modalità rappresentano il minimo mezzo, affinchè le parti siano percepite in un tutto.

8°) Per lo stabilirsi dei punti di riferimento vale la legge che i rapporti spaziali indefiniti vengono percepiti in tal modo che vengono accentuate le distanze massime.

Digitized by Google

CAPITOLO SECONDO

LE CONSEGUENZE DELLA PERCEZIONE DEI RAPPORTI SPAZIALI

1. — Introduzione

Dalle conclusioni del capitolo precedente si possono trarre numerose applicazioni, specialmente nel campo delle illusioni ottiche. In un prossimo lavoro esaminerò appunto per esteso le illusioni ottiche da questo nuovo punto di vista; mi sia lecito ora ricordarne alcune nuove ed altre già note, per le quali il motivo di illusione sta appunto nel modo col quale percepiamo i rapporti spaziali.

2. — Le figure di intreccio

La prima classe di illusioni deriva dalla figura 18. Se invece della losanga poniamo un triangolo od un altro poligono qualsiasi, si presentano sempre tali deformazioni, per cui si vengono a costituire dei punti di riferimento che agevolano la percezione dei rapporti spaziali fra le figure che si intrecciano. Tali illusioni chiamai appunto figure di intreccio. Esempi di esse sono le figure 22, 23 e 24.

Come si vede, mentre il cerchio, in corrispondenza dei lati dei poligoni intrecciati si incurva maggiormente ed in corrispondenza dei lati si schiaccia, i lati dei poligoni, nei punti

Digitized by Google

interni al cerchio, si incurvano verso il centro. Secondo quanto fu detto, tali deformazioni avrebbero il significato di determinare punti di riferimento, per i quali i rapporti spaziali sono immediatamente percepiti.

Anche se noi intrecciamo due quadrati, si notano fenomeni analoghi (fig. 25).

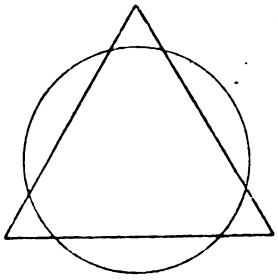


Figura 22.

Nella fig. 25, là dove corrispondono i massimi dei rapporti spaziali fra i due quadrati, si ha una leggera deformazione dei lati. L'esiguità di tale deformazione è dovuta al fatto che dalla figura 25 si possono avere varii aggruppamenti soggettivi, non soltanto la percezione di un intreccio (1). Così si può avere la percezione di un ottagono, ed allora in questo caso i rapporti

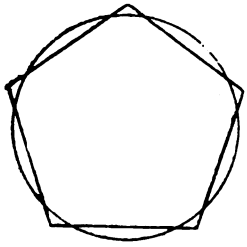


Figura 23.

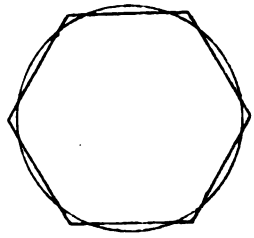


Figura 24.

spaziali detti non fanno più parte del complesso percepito, ed è nulla la loro influenza, Ora si ha la percezione di una stella ed anche in questo caso non fanno parte della forma nascente. Ora infine si percepisce l'intreccio, ma in modo non chiaro,

(1) SCHUMANN. *Beiträge z. Analyse der Gesichtswahrnehmungen*. Zs. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. Bd. 23, pp. 1 e segg., 1900.

Digitized by Google

onde si ha una deformazione assai lieve. Da questa e da altre figure simili, nelle quali dalle parti possono nascere varii complessi, si deduce che i rapporti spaziali hanno valore soltanto quando fanno parte di un determinato complesso e soltanto di quel solo.

È questo un fatto molto importante. Infatti di rado si presentano in noi delle costellazioni che siano *eindeutig* nel senso del Benussi (1), ma il più delle volte le costellazioni sono *mehrdeutig*. In questi casi le varie parti, potendo essere raggruppate sia in un modo sia nell'altro, essendo la percezione dei vari complessi per la loro stessa origine, labile, non è possibile aver

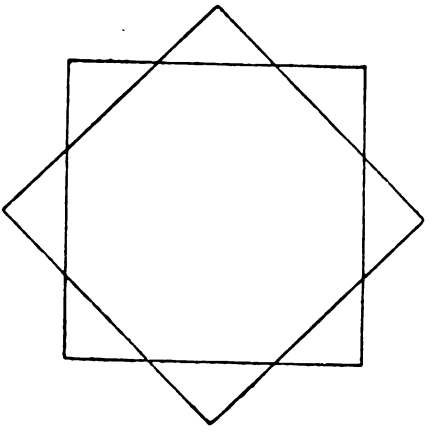


Figura 25.

nettamente la percezione dei rapporti spaziali, corrispondenti ai singoli complessi formatisi.

Tuttavia sia in modo chiaro sia lievemente, è sempre possibile osservare l'influenza del modo con cui si percepiscono i rapporti spaziali indefiniti; in ogni caso si hanno tali deformazioni per cui ne è facilitata l'immediata percezione. Così se le due figure di intreccio non sono concentriche, nei punti ove sono rapporti spaziali indefiniti, qui si hanno deformazioni. Nella figura 26 abbiamo ancora l'impressione di un complesso per intreccio fra cerchio e triangolo; tanto nell'una quanto nell'altra forma nascono deformazioni, le quali tutte giovano alla percezione

(1) Benussi. *Op. cit.*, p. 399.

Digitized by Google

della posizione reciproca delle due forme e sono appunto dovute a tale percezione.

Sarebbe facile portare moltissimi altri esempi; l'arco sotteso da una corda appare maggiormente incurvato di quando la corda non c'è.

Ma in ognuno di questi varii casi è necessario che le parti conservino una certa loro individualità, affinchè fondendosi in un solo complesso non possano dare origine ad altri, nei quali tale loro individualità viene meno. In questo caso è chiaro che si ha la percezione non più dei rapporti spaziali fra le parti originarie, ma di quei nuovi che per esclusione dei primi si for-

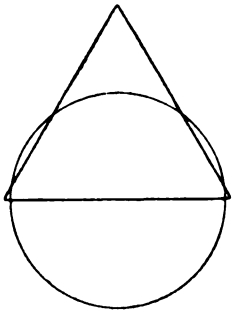


Figura 26.

mano. Così volendo studiare le figure di intreccio fra il triangolo e la losanga, non ci è possibile trovare una tale disposizione nello spazio, per cui le due forme si possano fondere in un solo complesso, mantenendo la loro individualità. Subito si formano nuovi complessi di maggiore semplicità; che se fusione vi è, questa è di un insieme di numerosi complessi, con i due primi del tutto indipendenti. Questo è appunto il caso della figura 27, nella quale la losanga è ben difficilmente riconoscibile; si ha invece la percezione dell'insieme di più complessi.

È caratteristico che anche in questa figura, come già in quella 26, per la speciale posizione spaziale delle parti, si vengano a costituire tali e tanti punti di riferimento, che in diversa guisa sono percepibili i rapporti spaziali fra le parti. Onde è lecito dire che qualora i rapporti spaziali si possono percepire in vario modo, si ha come conseguenza la possibilità di più complessi. Anche qui si potrebbe invocare la legge di massima

Digitized by Google

economia, per spiegare come mai avvenga tale pluricità di formazione, ma ciò esce fuori dallo studio propostomi.

Sia stabilito pertanto che se fra le parti si danno con eguale chiarezza più rapporti spaziali si ha il succedersi, l'oscillare e l'alternarsi dei varii complessi che, dal percepire gli uni rapporti spaziali con l'esclusione degli altri, si possono avere.

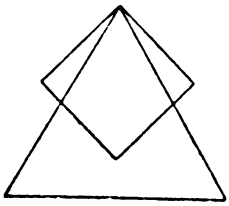


Figura 27.

Ora, è possibile un modo col quale evitare codesta pluricità di rapporti spaziali così che sorga in noi la percezione di almeno una delle parti del complesso con l'aspetto solito e cioè o di triangolo o di losanga?

3. — Le illusioni delle maglie.

Nella teoria del Müller (1) è messa bene in luce l'importanza dell'attenzione nella percezione delle forme e nello stabilirsi delle cosidette forme pregnanti del Wertheimer (2) e quale sia il significato della tendenza alla pregnanza.

Ora se nella figura 27 riusciamo a far rivolgere l'attenzione più sull'una che sull'altra parte del complesso, se riusciamo cioè a rendere pregnante una delle due rispetto all'altra, scomparirà ogni possibilità di una molteplicità di rapporti spaziali, tale molteplicità presupponendo un venir meno della individualità delle parti del complesso. Si percepiranno i soli rapporti spaziali esistenti fra le due forme triangolo e losanga, e si otterranno quelle deformazioni che si presentano nelle due parti costituenti il complesso triangolo e losanga. Si noterà poi ancora

(1) G. E. Mueller. *Op. cit.*, p. 53.

(2) M. Wertheimer. *Untersuchungen z. Lehre v. d. Gestalt*, Psychh. Forsc. Bd. IV, pp. 325 e segg., 1923.

Digitized by Google

che le deformazioni saranno tutte nella parte del complesso che non è resa pregnante.

È sufficiente per ciò ripetere çoncentricamente più volte la forma losanga o la forma triangolo. Così nella figura 28 la losanga è ripetuta più volte concentricamente, nella figura 29

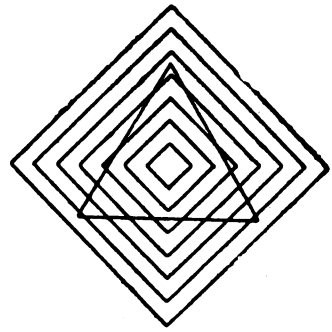


Figura 28.

è ripetuto invece il triangolo. Si vede chiaramente che, mentre è conservato l'aspetto originario delle parti costituenti i complessi rappresentati dalle due figure; le deformazioni si presen-

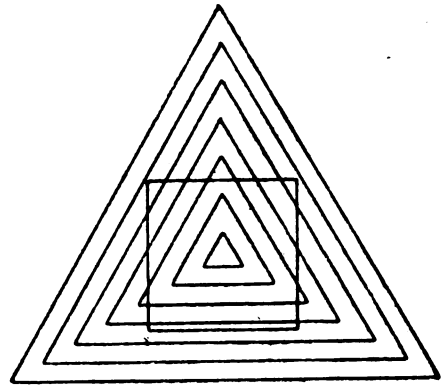


Figura 29.

tano nella parte, che non è resa pregnante per successiva ripetizione, ed avvengono nel modo solito, come se cioè, i rapporti spaziali fossero accentuati.

Digitized by Google

Possiamo così ottenere complessi in cui una delle parti acquista la funzione di forma pregnante, di modo che, se nella percezione si danno variazioni dallo stimolo di forma, queste sono esclusivamente nella forma debole. Complessi presen-

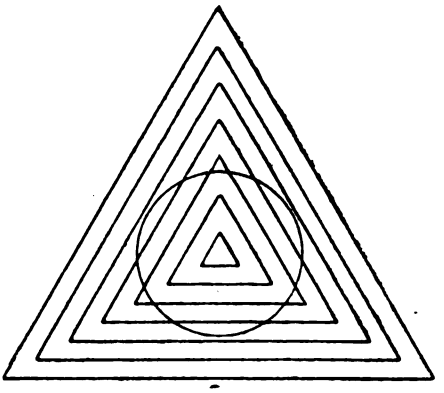


Figura 30.

tanti simili caratteristiche, io chiamai figure delle maglie, indicando col nome di maglia la parte del complesso che viene resa

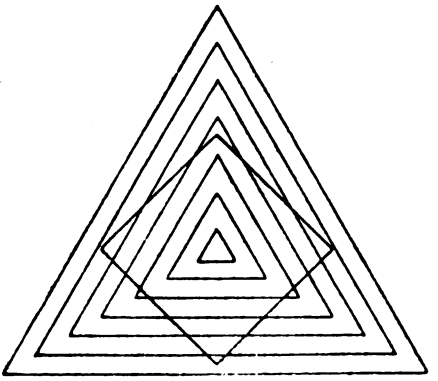


Figura 31.

pregnante per successiva ripetizione. Le figure 30, 31, 32 rappresentano vari esempi di illusioni delle maglie.

In tutti i complessi suesposti si nota che le deformazioni sono assai più rilevanti che nelle analoghe figure per intreccio.

Digitized by Google

Esse sono ancora dovute all'accentuarsi dei rapporti spaziali, accentuarsi che è massimo nei punti segnati dai vertici.

Le illusioni delle maglie sono importanti in quanto, che ci consentono non solo di studiare l'influenza di una forma geo-

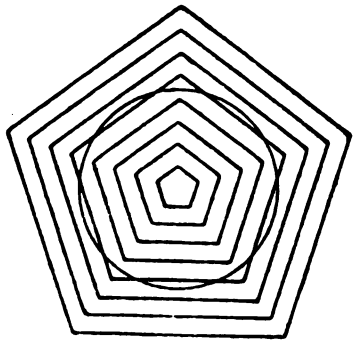


Figura 32.

metrica sopra un'altra, ma altresì di spiegare alcune illusioni ottiche, le quali comunemente si stimano dovute ad un sovrapprezzamento angolare e che perciò sono dette illussioni angolari.

4. — Le illusioni angolari

Le figure da me dette delle maglie presentano grandi analogie con illusioni ben note: ricordiamo le stelle di Hering, di Wundt (1) la figura di Pisco (2) quella di Bourdon (3) l'illusione di Hoeffler (4). Il Botti (5) pubblicò una figura in cui un cerchio, che appare deformato, è disegnato entro una maglia a losanga. Lo Ehrenstein (6) porta alcune figure simili alle mie. Infine le illusioni delle maglie hanno una grandissima analogia con quella dello Zöllner.

(1) Wundt W. *Op. Cit.*, p. 585.

(2) Thiery A. *Ue. geom.-opt. Täusch.*, Phil. Studien, XI, p. 326.

(3) Bourdon B. *Op. Cit.*, p. 302.

(4) Menzenrath P. *Les Illusions opt.* « Bull. d. l. Soc. d'Antrop. d. Brux » Tome XXXII, pag. 8, 1913.

(5) Botti L., *Ricerche sperim. sulle illusioni*, ecc. Mem. R. Acc. Sc. Torino, Serie II, Tomo LX, p. 154, 1909.

(6) Ehrenstein W. *Versuche u. d. Bezieh. zw. Bew. ecc.* Zschr. f. Psych Bd. 96, pp. 350 e segg., 1925.

Digitized by Google

Della illusione dello Zöllner furono dati numerosissimi tentativi di spiegazione. Dei quali alcuni si basano sopra l'influenza della immagine retinica e dei moti oculari; questi vanno rifiutati, perchè come sarà detto nel capitolo terzo, se otteniamo la fusione delle parallele con le trasversali per mezzo di uno stereoscopio, presentando ad un occhio le prime, le seconde all'altro, l'illusione persiste.

Che la falsa proiezione prospettica non valga come motivo dell'illusione, si dimostra per ciò solo che l'illusione persiste, anche in quei disegni nei quali non è possibile vedere le parti in una proiezione prospettica (1).

Che infine la illusione dello Zöllner non riposi esclusivamente sui movimenti, detti dallo Ehrenstein intrafigurali, e sopra il sovrapprezzamento degli angoli acuti, sarà argomento del capitolo seguente.

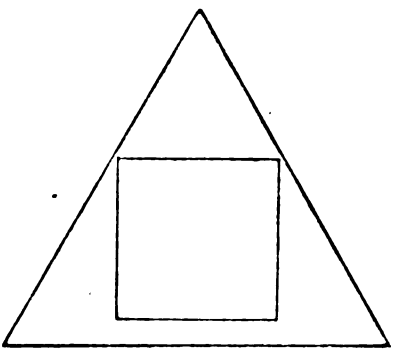


Figura 33.

Vediamo ora come si possa interpretare l'illusione dello Zöllner in base alla percezione dei rapporti spaziali. Si osservi perciò la figura 33, nella quale le due forme quadrato e triangolo sono viste in un solo complesso, tale che i rapporti spaziali fra le parti sono indefiniti e per lati superiori di vicinanza. Per quanto abbiamo detto sulla percezione dei rapporti spaziali indefiniti e di vicinanza, avremo che nel complesso rappresentato dalla figura 33 essi, verranno accentuati. Infatti nella figura si verifica un tale accentuarsi, a cui corrisponde una lieve maggiore

(1) BOURDON B. *Op. cit.*, p. 307.

Digitized by Google

estensione del lato superiore del quadrato ed una minore nel l'inferiore. Per conseguenza i due lati laterali non appaiono esattamente paralleli.

Tali deformazioni saranno ancora più evidenti, sostituendo al triangolo la forma triangolare pregnante e cioè la maglia triangolare, come nella figura 31.

Anche per la figura 31 la deformazione del quadrato è dovuta all'accentuarsi dei rapporti spaziali. Essa conduce senz'altro all'illusione dello Zöllner; infatti è sufficiente togliere le basi tanto nei triangoli quanto nel quadrato, per ottenere una figura del tutto simile a quella (fig. 34).

Anche nella figura 34 ci troviamo di fronte ad un complesso

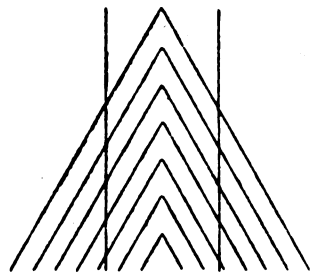


Figura 34.

costituito da due sottocomplessi. Nell'atto del percepire quest'ultimi in una sola unità, vengono esagerati i rapporti spaziali nel senso, che la distanza tra le parallele e gli estremi dei lati viene sovrapprezzata. Tale sovrapprezzamento rappresenta il mezzo più semplice per avere l'immediata percezione della posizione reciproca dei due sottocomplessi, i quali si avvicinano verso l'alto, e verso il basso si allontanano. Il medesimo ragionamento si può ripetere per l'illusione dello Zöllner ridotta al suo schema più semplice (fig. 35).

Nella figura 35 i rapporti spaziali sono dati dalle distanze tra gli estremi delle trasversali e le parallele. Se è vero che nella percezione del complesso unico tali rapporti spaziali, essendo indefiniti ed essendo visti come distacco, si accentuano là dove sono massimi, è facile spiegarci la deviazione delle parallele nel senso opposto alla convergenza delle trasversali.

Se noi infatti, in questa medesima figura confrontiamo la

Digitized by Google

distanza massima tra le parallele e le trasversali, con una uguale ad essa, ma isolata, vediamo che la prima appare maggiore della seconda.

Inoltre, se l'illusione dello Zöllner è davvero una conseguenza del come si percepiscono i rapporti spaziali, anche per essa si dovranno verificare le leggi che regolano tale percezione. Così, avvicinando le trasversali alla direzione verticale, raggiungeremo un punto in cui i rapporti spaziali sono percepiti come vicinanza ed allora l'illusione dovrà rovesciarsi. Tale cosa venne infatti constatata dal Botti, il quale scrive: « quando l'angolo fra le trasversali e le parallele è di 2° - 5°, l'illusione tende persino a mutarsi nel senso opposto » (1).

Se invece i rapporti spaziali sono percepiti solamente come

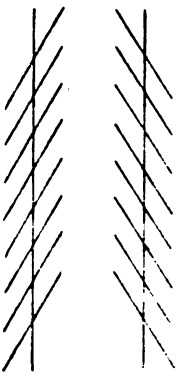


Figura 35.

distanza (il che si raggiunge oltrepassando un certo limite nell'aumento dell'angolo formato dalle parallele con le trasversali), l'illusione deve scemare e persino scomparire. Le ricerche del Botti (da lui tuttavia eseguite con altri scopi), confermano appunto tale asserzione; egli infatti scrive: « quando l'angolo è di 70° 80°, l'illusione cessa quasi completamente » (2).

In ultimo se con qualche artificio si rende pregnante il sottocomplesso costituito dalle due parallele, tracciandole ad esempio assai marcatamente, allora per quanto dissi nelle pagine

(1) Botti L., *Op. cit.* p. 167.
(2) Botti L., p. 167.

Digitized by Google

antecedenti, l'illusione dovrà diminuire. Anche questo fatto venne osservato dal Botti, il quale dimostrò che se le parallele sono tracciate con segni forti, l'illusione tende a diminuire (1).

Infine se è vera l'interpretazione data, qualora la percezione delle parti in un tutto sia resa difficile, l'illusione deve diminuire, infatti ciò si verifica diminuendo il contrasto di chiarore tra lo sfondo bianco ed il disegno nero (2).

In ultimo, quando la percezione avviene in modo che si formino altri complessi, l'illusione deve scomparire, Così per l'illusione di Zöllner nella forma classica, Helmholtz (3) scrive: « Doch kann ich sie (l'illusione) auch bei dieser letztern Figur beseitigen, wenn ich fest fixiere und nicht die schwarzen Streifen als Objekte, die auf weissem Grunde liegen, betrachte, son-

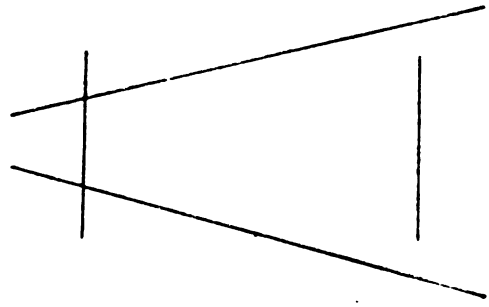


Figura 36.

dern die weissen Streifen gleischsam als Zweige mit Fiederblättchen, die auf schwarzem Grunde liegen, aufzufassen suche. Sobald mir dies gelingt, sehe ich alles richtig ».

La spiegazione data per l'illusione dello Zöllner vale per tutte le illusioni angolari che da essa discendono; vale altresì per le figure portate dal Lipps (4) a dimostrazione dell'influenza delle direzioni. Ciò che fu detto sopra l'accentuarsi dei rapporti spaziali di vicinanza e di distacco spiega l'illusione portata dallo Ehrenstein con lo scopo di interpretare l'illusione dello Zöllner (fig. 36).

(1) Botti L., p. 163.
(2) Botti L., p. 159.
(3) Helmholtz v. *Häandbuch d. Physiol. Optik*, III, p. 168, Leipzig. 1910.
(4) Lipps Th., *Raumaesthetik u. geom. opt. Täuschungen*, p.. 223 e seg. e 265 e segg.

Digitized by Google

Lo Ehrenstein (1) interpreta la figura 36 nel senso che essa sarebbe dovuta a ciò, che noi uniamo i punti terminali dei due segmenti verticali, in modo da veder un trapezio. non un parallelogramma. Lo Ehrenstein tolse la figura dal Lipps (2), il quale però dallo Ehrenstein non è citato; il Lipps (3) interpreta la figura 36 in modo analogo a quanto fa lo Ehrenstein.

5. — Conclusioni

Concludendo, nel presente capitolo si è dimostrato che le leggi trovate sopra la percezione dei rapporti spaziali, non solo giovano per l'interpretazione di nuove illusioni ottiche (le illusioni delle figure di intreccio e quelle delle maglie), ma altresì per spiegare le illusoni cosidette angolari ed in modo speciale la illusione dello Zöllner.

Nel capitolo seguente sono esposte invece alcune ricerche che, a parer mio, giustificano e provano l'influenza attribuita alla percezione dei rapporti spaziali, con l'esclusione per il presentarsi delle deformazioni nelle illusioni citate, di motivi dovuti al sovrapprezzamento angolare ed ai moti intrafigurali.

(1) Ehrenstein W. *Op. Cit.*, p. 351 e 352.
(2) Lipps Th. *Op. cit.*, p. 224 fig. 82.
(3) Lipps Th., 313 e segg.

Digitized by Google

CAPITOLO TERZO

LE PROVE DEL COME SI PERCEPISCONO I RAPPORTI SPAZIALI

1. — Come si presentano i moti α nelle illusioni delle maglie

a) Introduzione. Il grande interesse suscitato dal lavoro del Wertheimer (1) sopra la visione dei movimenti, e dalla sua ben nota teoria dei corti circuiti, per la spiegazione della percezione del moto, spingeva il Koffka a far eseguire dal Kenkel (2) una ricerca sopra i movimenti, che appaiono nella successione di due percezioni oggettivamente uguali, ma soggettivamente differenti. Lo scopo era raggiunto presentando per mezzo del tachistoscopio di Schumann le linee principali di una illusione ottica e successivamente le medesime con le linee secondarie, producenti l'illusione. Nel passaggio dall'una all'altra fase si manifesta un moto apparente, detto dal Kenkel moto α (3), e dovuto a ciò che le linee principali nelle due fasi hanno una apparente diversa estensione o posizione spaziale. Poco tempo prima del Kenkel, il Benussi (4) aveva pubblicato i medesimi

(1) Wertheimer M. *Experimentelle Studien ü. das Sehen v. Bewebung.* Zschr. f. Psych. Bd. 61, 1912.

(2) Koffka Kenkel. *Zschr. f. Psych.* Bd. 67, p. 356.

(3) Koffka Kenkel. *Zschr. f. Psych.* Bd. 67, p. 368.

(4) Benussi V. *Arch. f. d. gesam. Psych.* Bd. 24.

Digitized by Google

fenomeni; ricerche analoghe aveva eseguito il Buehler (1), con la figura di Mueller-Lyer.

In questi lavori tuttavia l'attenzione degli autori è rivolta in modo speciale alla essenza del moto stesso, alle condizioni della sua comparsa, all'influenza dei fattori soggettivi.

Lo studio invece delle illusioni ottiche dal punto di vista dei moti α è scopo di una notevole ricerca del Wingender (2), il quale studia altresì la velocità critica pel formarsi delle deformazioni nelle linee principali di una illusione, per l'aggiunta delle linee secondarie, producenti l'illusione stessa.

L'apparecchio usato dal Wingender, consta di una cassetta oscura con un intaglio per lo stimolo, il quale è costituito da un foglio di carta bianca, su cui da una parte sono disegnate in nero le linee principali di una illusione, dall'altra le linee secondarie, in tal modo che se queste fossero visibili, si unirebbero giustamente a quelle. Due lampade, una dinnanzi al foglio di carta, l'altra dietro, consentono la visione delle sole linee principali o di tutta la figura; cioè illuminando il disegno con la prima lampada, si vedono le sole linee principali, illuminando con la seconda, si vedono per trasparenza anche le secondarie. È chiaro che al sopravvenire delle linee secondarie si avrà ad un tratto nelle linee principali una variazione che, fondendosi con la fase antecedente, appare sotto forma di un moto apparente; analogamente alla scomparsa.

I moti α pertanto consentono studiare in quali parti delle linee principali avvengono le deformazioni, quale il processo del loro comparire, quale influenza delle linee secondarie. Così se nella figura 37 togliamo ad un tratto la maglia a losanga e ad un tratto la rimettiamo, osserveremo il quadrato passare successivamente dalla fase in cui è visto come tale alla fase in cui è deformato, e tale passaggio manifestarsi, sotto condizioni adeguate, come moto apparente α.

Ora se le deformazioni del quadrato sono dovute alla percezione dei rapporti spaziali fra esso e la losanga, il moto α apparrà così, come se nei punti del quadrato, in cui la deformazione è massima avvenisse ora un premere, ora un distendersi. Se invece l'illusione fosse dovuta ad un sovrapprezzamento

(1) Buehler K. *Die Gestaltwahrnehmungen*, Stuttgart, p. 132, 1913.
(2) Wingender P., *Zschr. f. Psych.* Bd. 82, pp. 21 e segg., 1919.

Digitized by Google

degli angoli formati dal quadrato con i lati della maglia, nei punti di intersezione, dovrebbero presentarsi fenomeni di moto α, come se gli angoli ora si restringessero, ora si allargassero.

Ci sarà dunque sufficiente determinare in quale direzione si manifestano i moti α, apparenti nelle illusioni delle maglie, quando si tolgano e successivamente si rimettano le maglie, per decidere se tali illusioni sono dovute alla percezione dei rapporti spaziali od a un sovrapprezzamento degli angoli acuti.

Per ottenere la percezione dei moti α adottai il metodo seguente.

b) *Metodo usato.* Sebbene il metodo del Wingender sia facile, ne volli cercare uno, che fosse ancora più semplice, non occorrendomi per i miei scopi determinazioni quantitative di sorta. Avendo perciò osservato che disegnando la maglia di

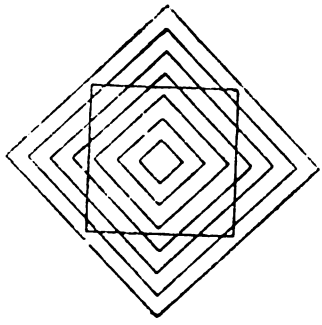


Figura 37.

un colore e la figura interna di un altro, la deformazione scema di molto poco, disegnai in rosso vermiglione la maglia, in azzurro la figura interna. Sovrapponendo al disegno uno schermo trasparente rosso, la maglia scompare e la figura azzurra appare in nero senza essere deformata. Appena si toglie lo schermo rosso allora la deformazione compare. Si può ottenere facilmente una velocità tale che le due fasi si alternino regolarmente e successivamente in modo da produrre un moto apparente α nelle parti deformate delle figure.

Tale metodo si presta assai bene ad una dimostrazione in scuola e lo prescelsi per la sua grande semplicità.

È mio scopo costante infatti il semplificare il più che sia

Digitized by Google

possibile i metodi sperimentali, affinchè il soggetto si senta maggiormente vicino alla pratica quotidiana. Si viene così ad eliminare ogni disturbo nella coscienza del soggetto, nor abituato allo sperimentare.

Il Kenkel distingue tra osservazioni singole e osservazioni durevoli (1); le prime si hanno quando si succedono due sole fasi, le seconde con più fasi alternate. Col metodo detto era possibile ottenere tanto le une quanto le altre, poichè la velocità di successione ed il succedersi delle fasi erano regolati a mano dal soggetto stesso.

Le osservazioni vennero eseguite da me e da altri soggetti, i quali non conoscevano lo scopo delle ricerche. Vennero esaminate varie illusioni delle maglie, di ognuna delle quali è detto separatamente.

c) *Risultati ottenuti nella maglia triangolare e cerchio* (fig. 10). Il comparire e lo scomparire della maglia è contraddistinto da un moto α del cerchio. Anche qui si verifica, quanto fa notare il Kentel sopra le condizioni di osservazione per il presentarsi dei moti α. I quali sono facilitati dalle osservazioni dureyoli e dalla fissazione di un punto. È notevole che nessun soggetto osservò mai un moto di rotazione nelle parti della circonferenza. Il moto α è percepito, come se, al comparire della maglia, il cerchio si schiacciasse, allo scomparire come se nuovamente si distendesse nei punti corrispondenti ai vertici della maglia. La deformazione è più evidente nella parte superiore del cerchio che nella parte inferiore. Segnando un punto sulla circonferenza questo appare spostarsi a destra ed a sinistra o rispettivamente in alto ed in basso alternativamente. Tutti i soggetti infine al comparire della maglia, hanno chiaramente non la percezione degli angoli formati dal cerchio con la maglia, ma quella della distanza del cerchio con gli estremi di essa.

Maglia triangolare e losanga. Il complesso che risponde a tali caratteristiche è rappresentato dalla figura 29 (pag. 32). Per la comparsa del moto α, occorre un periodo di *Einstellung*. In un primo tempo, pur avendo coscienza della diversità delle due fasi, queste non sono collegate in un moto apparente, il quale si presenta solo quando il soggetto, o da sè, od invitato,

(1) KOFFKA-KENKEL. *Op. cit.*, pp. 26 e segg.

Digitized by Google

rivolge l'attenzione, o ai vertici, o ai lati della losanga. Rivolgendo l'attenzione ai vertici della losanga si hanno i seguenti fenomeni: allo scomparire della maglia, i vertici laterali appaiono avvicinarsi (come se la diagonale che li unisce si accorciasse); il vertice superiore sembra abbassarsi ed avvicinarsi al vertice inferiore. Un solo soggetto (*Gatti*) nota l'abbassarsi del vertice inferiore. Al comparire della maglia avvengono i fenomeni contrari. Con l'alternarsi della scomparsa e della comparsa della maglia, si ha un moto di pulsazione dei vertici, dei quali i laterali si avvicinano e si allontanano alternativamente; così pure per i vertici verticali. In definitiva, la losanga sembra allungarsi nel senso della diagonale orizzontale, nel tempo stesso che sembra restringersi nel senso di quella verticale e viceversa.

L'attenzione rivolta ai lati, invece porta ai seguenti fenomeni: allo scomparire della maglia i lati superiori sembrano inalzarsi, ed abbassarsi al comparire della medesima; tale moto non lo si può separare da quello del vertice superiore. Fissando i lati inferiori, essi, al comparire della maglia, sembrano piegarsi verso il centro nei punti corrispondenti ai vertici della maglia, distendersi al comparire della medesima. Tali moti con un alternarsi opportuno delle due fasi appaiono come pulsazioni delle parti. Di essi, quelli apparenti sui vertici laterali dimostrano più degli altri l'influenza del come si percepiscono i rapporti spaziali. Infatti come si potrebbe spiegare altrimenti l'allontanarsi degli stessi, al comparire della maglia? Ciò invece è chiaro, qualora si ammetta un accentuarsi dei rapporti spaziali di vicinanza tra essi ed i lati della maglia. Così pure se il distacco tra il vertice superiore della losanga ed il vertice della maglia triangolare viene accentuato, nell'atto del percepire le due parti in solo complesso, si comprende facilmente il moto apparente del vertice stesso dall'alto verso il basso, e viceversa.

Maglia a losanga e cerchio. Al comparire della maglia corrisponde un abbassarsi simultaneo dei punti della circonferenza più vicini ai vertici; allo scomparire un inalzarsi dei medesimi ed un abbassarsi dei punti della circonferenza più vicini ai lati della maglia. Ad un alternarsi della comparsa e della scomparsa della maglia, corrisponde un moto α del cerchio, a mo' di pulsazione, le cui fasi estremesono quelle dette. Il moto è molto chia-

Digitized by Google

ro e si estende a tutta la figura. Esso pertanto è caratterizzato dall'innalzarsi e dall'abbassarsi successivo dei punti vicini della circonferenza e viceversa di quelli lontani.

Maglia a losanga e triangolo. (Si confronti la fig. 28). Al comparire della maglia i lati del triangolo appaiono fortemente deformati; essi in corrispondenza dei vertici della losanga appaiono incurvati verso il centro della figura. Gli angoli del triangolo sembrano restringersi. Allo scomparire della maglia, il triangolo assume la forma solita. L'alternarsi delle due fasi ha per conseguenza un moto α sui lati del triangolo, i quali si avvicinano e si allontanao dal centro in corrispondenza dei vertici della losanga. Il moto α si estende agli angoli del triangolo, che appaiono allargarsi e restringersi alternativamente. Esso è più visibile nei lati obbliqui che nell'orizzontale e si manifesta come un moto pendolare dei lati, moto che si potrebbe anche interpretare come conseguenza di un sovrapprezzamento degli angoli formati dal triangolo con la losanga. Contro tale asserzione stanno due fatti. La deformazione dei lati avviene appunto in corrispondenza dei vertici della maglia, ossia delle distanze massime e precisamente come se queste fossero sovrapprezzate; il moto α si manifesta come se in quei punti i lati fossero spinti verso il centro e viceversa.

Infine, rivolgendo fortemente l'attenzione al lato inferiore del triangolo, si può osservare che al comparire della maglia sembra allungarsi, allo scomparire restringersi; il succedersi delle due fasi conduce ad un moto di allungamento e di restringimento del lato. Se questo ultimo fatto si spiega agevolmente coll'ammettere un sovrapprezzamento dei rapporti spaziali di vicinanza tra gli estremi del lato e la maglia, non so come, ricorrendo al sovrapprezzamento degli angoli formati della maglia con il triangolo, ciò sarebbe possibile.

Maglia circolare e losanga. Il comparire della maglia segna una forte deformazione nei lati della losanga che appaiono incurvati verso il centro. La scomparsa conduce alle condizioni normali. L'alternarsi delle due fasi provoca un moto apparente nei lati, i quali sembrano pulsare verso il centro. La direzione del moto è perpendicolare ai lati. Il moto è chiarissimo ed assai regolare.

Maglia quadrangolare e losanga. (Vedi fig. 37). I a losanga

Digitized by Google

nella fase di comparsa della maglia appare coi lati fortemente incurvati verso il centro in corrispondenza dei vertici della maglia; allo scomparire di questa, essa ritorna nelle condizioni normali. L'alternarsi delle due fasi produce un regolare moto α nei lati, che sembrano incurvarsi verso il centro e nuovamente distendersi, alternativamente. Si ha l'impressione come se ricevessero un colpo, alla comparsa della maglia, nei punti di mezzo verso il centro.

d) *Conclusioni*. Se ora noi confrontiamo i risultati della presente ricerca con quelli ottenuti dal Wingender e dal Kenkel, non vi è dubbio che i moti α debbono essere interpretati, come una conseguenza della subitanea percezione (per il comparire delle linee secondarie) di complessi nei quali i rapporti spaziali sono sovrapprezzati. Ammettendo tale sovrapprezzamento si comprende facilmente come il moto α abbia l'apparenza di subitanei, improvvisi colpi e che si manifesti essenzialmente nei punti delle figure, ai quali corrispondono le massime distanze spaziali.

Si spiega inoltre il fenomeno rilevato dal Wingender che i moti α sono maggiormente visibili quando l'attenzione è rivolta non a tutta la figura, ma ad un punto della medesima. Infatti l'attenzione facilita la percezione della distanza spaziale, corrispondente al punto fissato, con la conseguenza dell'accentuarsi della deformazione e di una maggiore ampiezza del moto α. Se invece la causa della deformazione fosse dovuta ad un sovrapprezzamento angolare, il moto α dovrebbe essere tanto più rilevante quanto maggiormente l'attenzione è rivolta non ad un punto, ma all'insieme degli angoli. Infine come spiegare per mezzo di un ipotetico apprezzamento angolare, che i moti α in tutti i casi delle mie esperienze, hanno la direzione dei rapporti spaziali esistenti fra le parti?

In ultimo come è possibile che abbiano influenza nella percezione del complesso come tali, proprio quelle parti, gli angoli, che dai più non sono percepiti, mentre in tutti i soggetti è chiaramente « vissuta » la distanza spaziale in cui si trovano le parti fra di loro?

E pertanto da tutto ciò, è lecito dedurre che il motivo delle illusioni cosidette angolari non risiede nell'apprezzamento degli angoli formati dalle parti fra di loro, ma nelle speciali modalità

Digitized by Google

con cui avviene la percezione delle parti in un tutto e precisamente nel fatto che i rapporti spaziali, nell'atto del percepire, vengono accentuati, affinchè sia facilitata la percezione dell'intero complesso.

Affinchè poi siano percepiti rapporti spaziali fra le parti, è necessario che le parti si fondano in noi in un solo complesso, dimodochè se con qualche artificio otteniamo che tal percezione venga meno, le deformazioni scompariranno, poichè le parti saranno viste indipendentemente una dall'altra. Nelle illusioni delle maglie è sufficiente rendere talmente fitti i lati delle maglie, in modo da avere non più la percezione di una forma a triangolo, ma di una superficie triangolare o di un'altra forma, perchè la

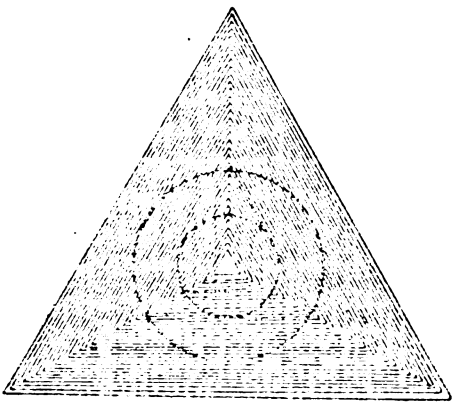


Figura 38.

deformazione scemi di molto o scompaia del tutto. Così nella figura 38 nella quale si verificano tali condizioni, la deformazione del cerchio è scemata di molto. Scompare poi completamente se allontaniamo la figura, in modo da non poter più percepire i singoli lati della maglia.

Si presenta invece una altra illusione, che venne posta in rilievo per la prima volta dal Botti e da lui detta della scala (1): il cerchio non appare più una linea unita, ma spezzata.

Parimenti se guardiamo la figura 39 ad esempio, socchiudendo gli occhi in modo da avere un'immagine confusa delle linee della maglia, il cerchio non appare più deformato; allar-

(1) Botti L., *Op. cit.* p. 154.

Digitized by Google

gando gli occhi con la visione netta della maglia, ritorna la deformazione del cerchio. Ripetendo più volte la cosa, in modo da avere successivi stadi di deformazione e di non deformazione, si possono ottenere chiari fenomeni di moto α. Si può procedere anche in un altro modo. Allontanando la figura al punto da non aver più la percezione della maglia come tale, il cerchio inscritto non appare più deformato, avvicinando di nuovo la figura, nello stesso tempo in cui si ha la netta percezione della maglia, si vedono di nuovo le deformazioni; avvicinando ed allontanando successivamente, si ottiene la percezione di un moto α, che si presenta nel modo già detto.

Questa esperienza ci spiega un fenomeno riportato dallo Szily e da lui interpretato come conseguenza di un contrasto

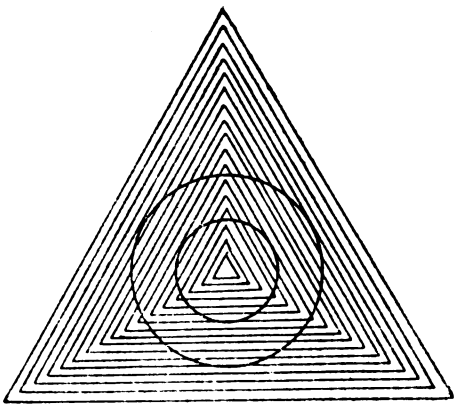


Figura 39.

di moto (1). Sopra un sistema di cerchi concentrici egli pose quattro striscie di carta bianca, in tal modo che formassero un quadrato, concentrico coi cerchi. Avvicinando all'occhio tale figura in direzione sagittale, si ha l'impressione del divenire piccolo del quadrato, non ostante aumenti la corrispondente imagine retinica: allontanando invece, il quadrato appare maggiore. Ripetendo codesto movimento più volte, si ha l'impressione, come se i cerchi divenissero maggiori e minori, il quadrato

(1) SZILY v. *Bewegungsnachbild* ecc. Zschr. f. Psyckol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 38, p. 144, 1908.

Digitized by Google

invece minore e maggiore rispettivamente coll'avvicinamento e coll'allontanamento della figura.

Come si vede il fenomeno paradossale dello Szily rientra in quelli detti, infatti il divenire maggiore e rispettivamente minore del quadrato si collega col fatto che, avvicinando la figura, si ha la percezione di un complesso unico, nel quale per la percezione dei rapporti spaziali fra la maglia circolare ed il quadrato inscritto, questo appare minore e coi lati incurvati verso il centro; allontanando la figura, vien meno la percezione del complesso come tale ed il quadrato non appare più deformato. Inoltre allontanando ed avvicinando alternativamente la figura, le due fasi si collegano in un moto apparente. Il fatto che il cerchio diviene a sua volta maggiore coll'avvicinamento e rispettivamente minore con l'allontanamento è dovuto invece all'estensione dell'immagine retinica. Il contrasto di movimento poi, anche se potesse spiegare il divenire maggiore e rispettivamente minore del quadrato, non potrebbe mai essere causa delle deformazioni dei lati del medesimo.

2. — Le deformazioni nei complessi ottenuti per fusione binoculare

La prova decisiva che le deformazioni sono dovute veramente alle necessità, alle quali soggiace l'atto del percepire le parti in un tutto, è data dal fatto, che esse si presentano, ogni qual volta si ottiene la percezione di un solo complesso, per mezzo della fusione binoculare delle parti, che lo costituiscono.

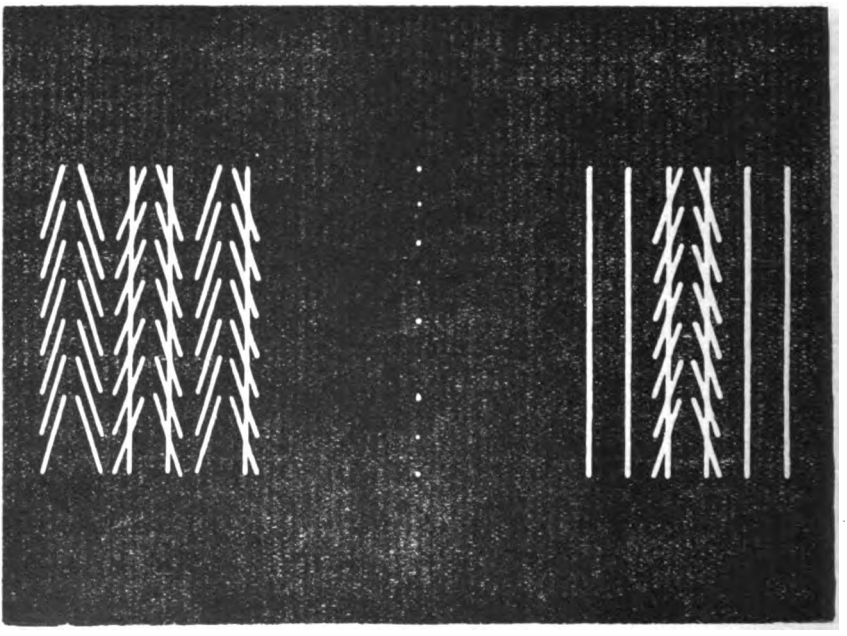
Infatti le deformazioni, apparenti in un complesso ottenuto in tal modo, non possono certamente essere dovute a fattori dipendenti da movimenti oculari, o ad una immagine retinica, corrispondente allo stimolo di forma. Non potendo eseguire io stesso ricerche di tal natura, proposi all'Ing. Zama Alberto di esaminare sotto questo punto di vista sia le illusioni delle maglie e di intreccio, sia alcune delle più importanti illusioni angolari.

Per ottenere la fusione binoculare delle parti in un solo

Digitized by Google

complesso, lo Zama presentava una parte del complesso all'occhio destro altra all'occhio sinistro, a tale distanza che nella visione stereoscopica, per mezzo di uno stereoscopio di Brewster, potesse avvenire la sovrapposizione delle due immagini e la loro fusione ins un solo complesso.

Le ricerche dello Zama, per il metodo usato, presentano anologie con quelle eseguite da altri ricercatori. Già lo Stöhr (1) fra le molte sue esperienze ne aveva eseguito una del tutto analoga a quelle dello Zama. Nella figura 40 è riprodotta quella usata dallo Stöhr.



Presentando per mezzo dello stereoscopio all'occhio sinistro la metà sinistra della figura, all'occhio destro la metà destra, lo Stöhr osservava che: « le linee intersecate si fondono assieme, dando stabilità alla fusione; le non intersecate non si fondono (vertragen sich nicht); l'un sistema sopprime l'altro e non sempre in modo completo, cosicchè per esempio, nella metà inferiore si vede un segmento verticale, nella superiore

(1) STÖHR A. *Binoculare Figurenmischung*, *pp.* 68 e segg. Wien, 1900.

Digitized by Google

le trasversali. La figura agisce penosamente e richiede esercizio ». Lo Stöhr tuttavia rivolge la sua attenzione sopra il perchè dello scomparire di alcune delle parti del complesso, in rapporto alla curvatura dell'occhio; non nota se le linee appaiono deformate o non. Si verifica nelle esperienze dello Stöhr quanto vide lo Zama, il Kirschmann (1) e quanto rilevò Genji Kuroda (2) e cioè che, nella visione binoculare con stimoli diversi pei due occhi, si ha il predominio la gara o la fusione.

Quali siano le condizioni per la comparsa dei tre fenomeni è oggetto delle ricerche del Kuroda, che si rifà alle classiche esperienze del Panum. Le illusioni ottiche poi furono studiate, come è noto, nella visione stereoscopica presentando la medesima figura all'uno ed all'altro occhio.

Ultimamente il Lau (3), basandosi sopra la fusione bino, culare di due immagini identiche, ma presentanti illusioni studiò il fenomeno della visione della profondità, in rapporto alla stimolazione dei punti corrispondenti delle due retine. Egli esaminò le illusioni dello Zöllner, di Poggendorf e di Höffler. Le sue conclusioni non hanno importanza per il nostro scopo. Ha importanza invece questo suo risultato (4), che qualora le linee principali di una illusione e le linee secondarie, nella visione stereoscopica, sono viste in due piani differenti e cioè non più fuse in un solo complesso, è illusione è, o scomparsa, o assai tenue. Tuttavia nelle esperienze del Lau le due immagini retiniche sono oggettivamente corrispondenti.

Nelle ricerche dello Zama invece le due immagini retiniche sono differenti; ognuna di esse rappresenta una metà diversa di un solo complesso. Onde se vi è fusione fra le due parti nella visione binoculare, il complesso risultante è del tutto indipendente da una speciale immagine retinica.

Lo Zama pertanto si propose lo scopo non di ricercare le modalità ed il perchè avviene tale fusione, ma se, una volta avvenuta, il complesso derivante presenta le stesse caratteristiche di quando lo si ottiene da uno stimolo adeguato e da una

(1) KIRSCHMANN A. *Ueb. die Verschmelzung* ecc., Psych. Studien. Bd. X., pp. 239 e segg.
(2) GENJ KURODA. *Zur Grenzbestimmung ecc.* Psych. Forschung. Bd VI, pp. 252 e segg.
(3) LAU E. *Versuche über d. stereoscopischen Sehen.* Psych. Forschung, Bd. 2, pp. 1 e segg. e Psych. Forschung, Bd. 6 pp. 121 e segg.
(4) LAU E. *Psych. Forschung*, 6 pp. 23 e segg.

Digitized by Google

corrispondente immagine retinica. I complessi esaminati dallo Zama sono i seguenti:

1) cerchio e triangolo equilatero;
2) cerchio e quadrato;
3) cerchio e pentagono·
4) cerchio e maglia triangolare equilatera;
5) quadrato e maglia circolare;
6) pentagono e maglia circolare;
7) cerchio e maglia a losanga;
8) stelle di Hering;
9) illusione di Höffler;
10) illusione di Zöllner;
11) illusione di Bourdon.

Per ognuna di queste figure la presentazione avveniva in modo che un occhio fosse stimolato da una parte della figura, l'altro dall'altra parte. Così per l'illusione di Hering (in una prima esperienza) all'occhio destro erano presentati i raggi della stella; all'occhio sinistro le parallele.

La fusione, per sovrapposizione, in un solo complesso era piuttosto difficile; il più delle volte si presentava o la gara fra le due immagini o il predominio dell'una sopra l'altra.

Ad ogni modo senza voler dire tutte le osservazioni fatte dallo Zama e che saranno pubblicate da lui stesso in un lavoro a parte, sia rilevato che: *ogni qualvolta avviene la fusione delle parti in un solo complesso, si presentano nel tempo stesso le illusioni a tale complesso inerenti.*

Che anzi, poichè la fusione avveniva con un graduale avvicinarsi delle parti sino alla sovrapposizione, lo Zama osservava fenomeni di moto apparente nelle parti deformate man mano che avveniva la sovrapposizione.

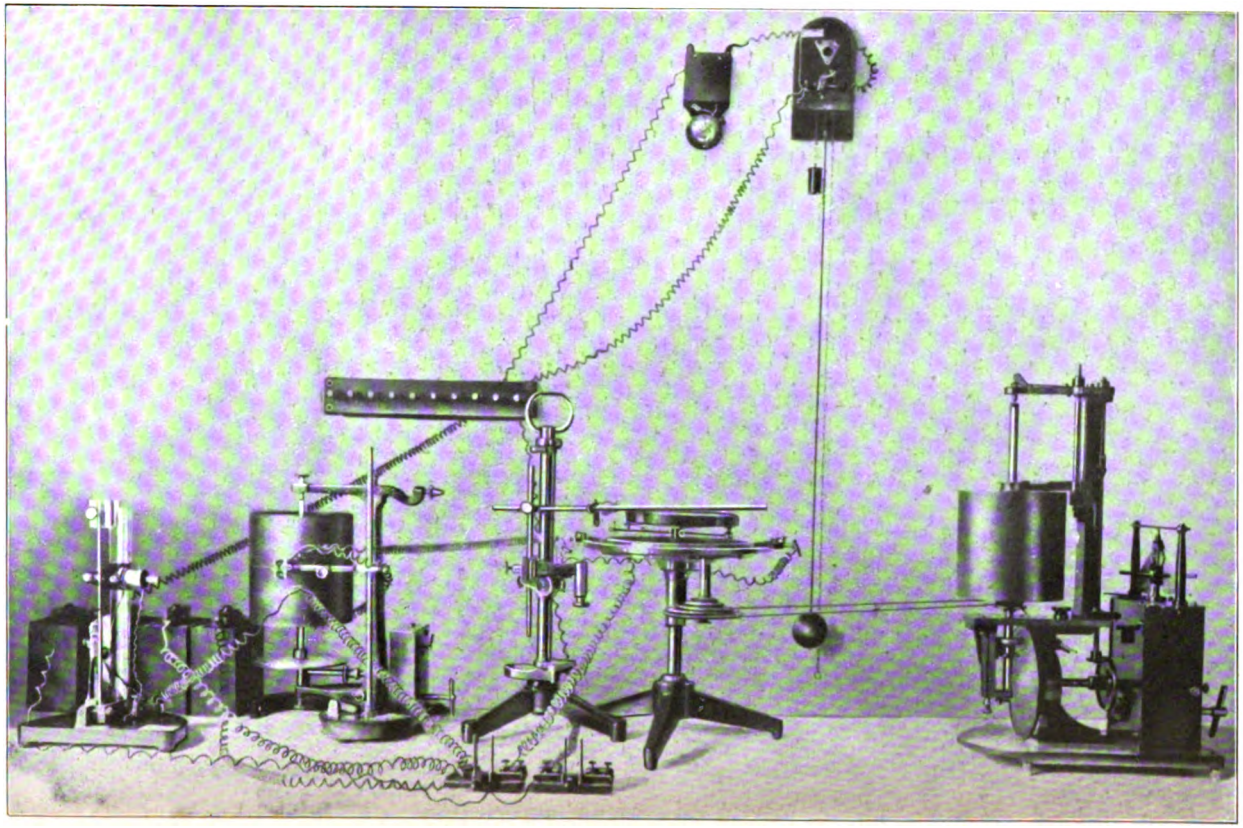
Inoltre le deformazioni non erano più percepite, appena, o per la gara, o per il predominio dell'una parte sull'altra, il complesso veniva meno.

Le osservazioni dello Zama vennero confermate anche da altri soggetti, i quali non conoscevano affatto le modalità e lo scopo delle esperienze.

Tali osservazioni dimostrano che davvero le deformazioni dipendono dal fatto che le parti sono fuse in un solo complesso

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

psichico, non importa se ad esso corrisponda un eguale stimolo di forma, od un'eguale immagine retinica.

Talvolta riusciva allo Zama di isolare dall'insieme del complesso una delle parti, rivolgendovi fortemente l'attenzione; in tal caso veniva meno nella parte isolata la deformazione abituale. Anche questa è una nuova prova di quanto fu detto.

In ultimo le esperienze dello Zama escludono ogni influenza di movimenti oculari, ogni influenza quindi di moti intrafigurali come vorrebbe lo Ehrenstein.

Lo Ehrenstein infatti vorrebbe spiegare le illusioni angolari per mezzo di movimenti apparenti da lui detti intrafigurali (1) a base dei quali stanno e il contrasto di moto e i movimenti oculari.

Egli procede dalla seguente esperienza (2): se lungo la bisettrice di un angolo muoviamo la punta di una matita nella direzione della divergenza dell'angolo, « otteniamo l'impressione, come se l'angolo aumentasse e viceversa, come se diminuisse, muovendo il punto fissato nella direzione della convergenza ».

Per la illusione dello Zöllner avrebbe importanza anche il contrasto di moto; seguendo con l'occhio le trasversali, le parallele appaiono avvicinarsi e rispettivamente allontanarsi (3). Ma ben fa lo Ehrenstein ad affermare che se « i movimenti intrafigurali sono preponderanti per il comparire dell'illusione dello Zöllner e delle altre illusioni analoghe » non ritener egli come escluso « che anche altri fattori del formarsi delle forme sin qui sconosciuti, influiscano contemporaneamente » (4). Infatti, se è possibile ottenere la fusione delle parti in un tutto presentandole separatamente ai due occhi e se per tale fusione si presentano ancora deformazioni nelle parti, allora è chiaro, che per esse non è possibile invocare fattori fisiologici o movimenti oculari, necessari per la comparsa di moti intrafigurali; ma è necessario ammettere un fattore intrinseco alla funzione del percepire.

Con tutto ciò non è detto che i moti intrafigurali non agevolino normalmente l'accentuarsi dell'illusione, ma si esclude che essi possano agire come causa prima dell'illusione stessa;

(1) EHRENSTEIN *Op. cit*, pp. 305 e segg.
(2) EHRENSTEIN. pp. 309.
(3) EHRENSTEIN. pp. 341 e 342.
(4) EHRENSTEIN. pp. 345 e 346.

Digitized by Google

che anzi i moti intrafigurali dello Ehrenstein sono appunto una conseguenza di come di volta in volta avviene la percezione dei rapporti spaziali in un complesso visivo.

3. — Conclusioni

Per dimostrare che le deformazioni delle illusioni delle maglie e di quelle angolari sono dovute alla percezione dei rapporti spaziali, nel presente capitolo si sono portate due prove: l'una che i moti α, dovuti alla subitanea comparsa e rispettivamente scomparsa delle deformazioni, avvengono nella direzione dei rapporti spaziali, l'altra che le deformazioni persistono anche se il complesso è ottenuto per mezzo di una fusione binoculare delle sue parti.

La prima prova consente altresì di escludere, per il presentarsi delle deformazioni, il motivo del sovrapprezzamento angolare; la seconda l'influenza, come causa primaria, di movimenti intrafigurali. I quali anzi sono dovuti appunto alle speciali modalità con cui si percepiscono i rapporti spaziali. Nel capitolo seguente infatti sono descritti alcuni fenomeni di moto, aventi con quelli intrafigurali, una grande analogia e che si debbono riferire, come questi, alla percezione dei rapporti spaziali.

Digitized by Google

CAPITOLO QUARTO

LE CONSEGUENZE DELLA PERCEZIONE DEI RAPPORTI SPAZIALI: I MOTI DEFORMANTI

1. — Concetto di moto deformante

Da quando lo Stampfer (1) nel 1832, costruiva il primo disco stroboscopico, la questione della percezione dei movimenti veniva attivamente studiata da fisiologi e da psicologi, assumendo nel 1912, un nuovo interesse per la pubblicazione del lavoro del Wertheimer: « Ueber das Sehen von den Bewegungen ».

Dal 1912 in poi per opera del Benussi, del Koffka, del Kenkel, del Korte (2), del Wingender, del Wittmann e del Lindemann (3) venivano studiate, descritte ed interpretate nuove modalità di moti, nei quali la percezione del moto avviene con la presentazione di fasi, aventi una diversità di posizione spaziale non più reale, come nei fenomeni stroboscopici, ma apparente.

(1) Per una rivista storica del problema della percezione del movimento si confronti: Higgison. *The visual apprehension of movement ecc.* Amer. « Jour. of Psych. », Vol. XXXVII pp. 63 e segg.
Helson. *Psycology of « Gestalt ».* Amer. « Journ. of. Psyc. ». Vol. XXXVI, pp. 498 e segg.
Wittmann. *Ue. das Sehen ven Scheinbeweg*, ecc., Leipzig, 1921.
(2) Korte A. *Zeitschr. f. Psych.* Bd. 67, p. 358, 1913.
(3) Lindemann E. *Psych. Forschung*, Bd. II, p. 5, 1922.

Digitized by Google

Qualunque sia pertanto la interpretazione che si voglia dare dei movimenti apparenti, si può dire col Wittmann: « Mit dem Bewusstsein der Lagenverschiebung verbindet sich sodann das Bewusstsein des Lagenueberganges und das Erlebnis dieses « Lagenueberganges » ist mit dem Sehen einer Bewengung identisch ». Con ciò non è detto se la posizione spaziale nelle diverse fasi debba essere reale o soltanto apparente; per la visione del movimento importa esclusivamente la coscienza (*Bewusstsein*) di una differente posizione spaziale.

Nel presente capitolo pertanto non voglio tentare una spiegazione dei moti apparenti, ma descrivere alcuni fenomeni di moto, in cui le fasi sono soltanto apparenti e che sono intimamente collegati con la percezione dei rapporti spaziali fra le parti di un complesso.

Nei complessi visivi esaminati nei capitoli precedenti, è stato dimostrato che le deformazioni, apparenti nelle parti che li costituiscono, dipendono dal fatto che i rapporti spaziali vengono accentuati; di modo che, al variare dei medesimi, corrispondono deformazioni di diversa entità. Ora se il variare dei rapporti spaziali avviene secondo una certa successione, le deformazioni assumeranno successivamente una diversa posizione spaziale e, sotto date condizioni, il passaggio dall'una all'altra posizione sarà « *vissuto* » come un moto da questa a quella.

Così, se nella figura 30 facciamo ruotare la maglia triangolare mantenendo fermo il cerchio, i rapporti spaziali fra questo e la maglia muteranno secondo il moto di rotazione della maglia, in tal modo che i vari punti della circonferenza disteranno ora dai vertici ora dai lati. Ma ad ogni variare dei rapporti spaziali corrisponde una speciale deformazione del cerchio, di modo che col succedersi di quelli, si avrà un succedersi di deformazioni, succedersi che è vissuto come un moto apparente delle parti.

Per ottenere ciò è sufficiente disegnare il cerchio sopra un foglio di celluloide bianca, perfettamente trasparente, e la maglia triangolare sopra un disco di carta bianca; mantenendo fermo il cerchio e girando il disco colla maglia, si ottengono le diverse fasi di deformazione, le quali sono viste, per una adeguata velocità di rotazione, come fasi di un moto delle varie parti del cerchio.

Digitized by Google

Tale moto delle parti del cerchio non è soltanto apparente, ma dipende da fasi di diversa posizione spaziale, che a lor volta sono soltanto apparenti.

Non si tratta qui di movimento stroboscopico e neppure di un moto dovuto alla diversa posizione spaziale in cui si vedono certe linee per aggiunta o per scomparsa di altre, come nei moti α; ma di un moto apparente, che ha in comune coi moti reali la condizione di una diversa, successiva posizione spaziale dello stimolo, ma mentre in questi ciò avviene in realtà, onde sono eccitati successivamente punti vicini della retina, qui i punti della retina eccitati rimangono i medesimi ed il moto avviene, collegando fasi di apparentemente diversa posizione spaziale.

In codesti moti tutto è apparente: le deformazioni delle parti del complesso, la diversa posizione spaziale assunta da queste deformazioni, il moto che viene percepito nei vari punti delle parti!

Essi sono davvero una prova che il materiale offertoci dagli organi di senso, di per sè, è statico, nè ha in sè nessuna di quelle proprietà di forma e di moto che vediamo in esso o per esso.

Poichè codesti moti si manifestano come variazioni nella deformazione delle parti di un complesso, io li chiamai «*moti deformanti*». Essi, si possono ottenere in tutti quei complessi, nei quali la percezione dei rapporti spaziali fra le parti si manifesta con deformazioni delle medesime. Così variando la posizione reciproca delle due parti, di cui sono costituite le illusioni delle maglie, quelle per intreccio, o quelle angolari, le cui interpretazioni ho ricondotto ad una percezione dei rapporti spaziali, si possono ottenere moti deformanti pei quali come pei moti descritti dal Lindemann e detti *eidotropici* non si può non ammettere un'origine schiettamente psicologica.

Come dissi i moti deformanti si presentano ogni qual volta in un complesso variino i rapporti spaziali la cui percezione è collegata a deformazioni delle parti. Il variare dei rapporti spaziali si può ottenere in parecchi modi. Nelle seguenti ricerche, in cui esaminai le modalità della percezione dei moti deformanti nelle illusioni delle maglie, tenni ferma la figura inscritta, che era disegnata su celluloide bianca perfettamente trasparente, e feci ruotare la maglia. Determinai inoltre la velocità minima

Digitized by Google

necessaria alla comparsa dei moti deformanti, quella ottima ed infine la velocità di scomparsa.

Esaminai i moti deformanti nel cerchio, nel quadrato, nel triangolo e nel pentagono, quando ad ognuna di queste figure era sottoposta (ed in moto di rotazione) rispettivamente le maglie triangolare, quadratica e pentagonale.

2. — Metodo usato

La maglia era disegnata su dischi di carta bianca, aventi il diametro di 170 mm. Codesti dischi erano incollati su dischi di cera dello spessore di 15 mm., e portanti un intaglio circolare centrale del diametro di 60 mm. Tali dischi di cera, per mezzo del loro intaglio circolare, potevano essere appoggiati e fissati ad una sottile assicella di legno, avvitata all'asse centrale dell'apparecchio di Meumann (Universisalkontaktapparat), ed in tal modo che il loro spessore fosse superiore alla parte sporgente dell'asse, al disopra dell'assicella stessa. La rotazione dell'asse centrale dell'apparecchio di Meumann era provocata da un chimiografo, il cui rullo era collegato per mezzo di una cinghia di trasmissione all'apparecchio stesso. La rotazione pertanto avveniva in un piano orizzontale, nel senso inverso alla rotazione delle lancette di un orologio, e poteva essere variata in vari modi, sia per mezzo dei cambi di velocità del chimiografo, sia per mezzo di quelli dell'apparecchio di Meumann. Tali velocità vennero stabilite una volta per tutte e determinate, collegando due contatti elettrici dell'apparecchio di Meumann, a 180° di distanza uno dall'altro, con un segnale Déprez, scrivente sopra un rullo di carta affumicata di un chimiografo. Il tempo era segnato in decimi di secondo da un cronoscopio a lamina vibrante pure collegato ad un segnale Déprez.

Le velocità esaminate furono 7, e sono indicate nella tabella seguente, unitamente ai cambi di velocità, sia dell'apparecchio di Meumann, sia del chimiografo. I cambi di velocità dell'apparecchio sono 5, e sono indicati con cifre arabe: al 5 corrisponde il cambio di velocità minimo. I cambi di velocità del chimiografo sono da una parte l'altezza (H) della ruota, piccola orizzontale sul diametro della ruota grande, verticale;

Digitized by Google

e dall'altra tre ruote interne, dentellate a corrispondenti anelli dentati del pernio rotante interno del chimiografo. Quest'ultimo cambio ha tre velocità: massima, media e minima. Nella Tab. I le velocità sono indicate in secondi per ogni giro completo.

TABELLA I.

Velocità	Cambio velocità apparecchio	Cambio velocità chimiografico	Valore
I	5	h=0, Cv=media	116''
II	5	h=4, 5 Cv=mass.	11'',6
III	4	idem	9,2
IV	3	idem	6''
V	2	idem	4'',4
VI	1	idem	2'',-2
VII	1	h=6, 5 Cv=mass.	1'',6

Il grande distacco fra la velocità I e la velocità II è dovuto a ciò che, in ricerche preliminari, potei constatare l'uguaglianza di effetti delle velocità intermedie.

Al disopra del disco portante il disegno della maglia, era appoggiato un foglio di celluloide bianca, perfettamente trasparente, e portante disegnata la figura, nella quale si volevano studiare i moti deformanti. Tale foglio era fissato alla superficie inferiore di una cornice, la quale portava sulla parte superiore uno schermo bianco, con un intaglio circolare, attraverso il quale il soggetto poteva osservare la maglia con la figura sovrapposta, mentre il resto dello schermo gli impediva di vedere l'apparecchio sottostante. La cornice per mezzo di una morsa, era sostenuta da uno stativo universale, i cui vari movimenti consentivano di portare la figura esattamente nel centro della maglia, e di appoggiare, con l'aderenza conveniente, il foglio di celluloide sul disco portante la maglia. Era posta la massima cura affinchè per questa aderenza non venisse inceppato il moto di rotazione. Con opportuni accorgimenti si poteva ottenere una tale aderenza che, mentre non era ostacolato il moto di rotazione, non ci si

Digitized by Google

poteva accorgere che le due figure erano disegnate in luoghi e piani differenti.

Prima dell'inizio delle osservazioni, l'intaglio circolare dello schermo e quindi la figura sottostante, erano ricoperti da un ampio foglio di cartoncino bianco, su cui era un punto di fissazione, corrispondente al centro della maglia.

I segnali d'inizio e di termine, erano dati da un campanello elettrico collegato ad un orologio di Baltzar, con un intervallo di un minuto per le velocità da 2 a 7.

Per la velocità I, l'intervallo era di 4 minuti primi ed i segnali erano dati direttamente dallo sperimentatore. Al segnale di inizio lo sperimentatore toglieva il foglio di copertura, al segnale di termine lo rimetteva. Nella fig. 41 sono indicati, gli apparecchi nel loro ordinamento.

Si noti che la rotazione della maglia avveniva al segnale di inizio di modo che il soggetto vedeva l'inizio del moto e nella maglia e nella figura.

Le osservazioni erano fatte sempre alla medesima luce naturale, gli apparecchi erano di fronte ad una finestra, dinnanzi alla quale era una tenda chiara per difendere dalla troppa luce. Soggetto, nelle esperienze definitive, fui io stesso, ma feci controllare le mie osservazioni anche da altri soggetti, che non sapevano nulla del fine delle esperienze, nè di ciò che avrebbero visto.

Come sperimentatore mi servii dell'inserviente del laboratorio che avevo specialmente istruito, su ciò che doveva fare. A lui dettavo le osservazioni che facevo nelle singole esperienze per ogni velocità.

Furono eseguite un grande numero di esperienze preliminari anche con velocità differenti dalle date; tanto queste come le definitive furono fatte durante l'autunno e l'inverno dell'anno accademico 1925-26. Ciò detto, ecco i risultati ottenuti.

3. — Risultati ottenuti

I moti deformanti nel cerchio. Vennero esaminati col metodo descritto e con le velocità dette, i moti deformanti che si presentano in un cerchio, quando sia sovrapposto concentricamente

Digitized by Google

ad una maglia rotante triangolare, quadrangolare, e pentagonale. Dirò separatamente dei tre casi.

Moti deformanti del cerchio con maglia triangolare. Il cerchio esaminato è di 18,5 mm. di raggio; l'estensione della maglia misurata dal triangolo periferico è di 80 mm. di lato, essendo i vari triangoli che la costituiscono equilateri, concentrici ed alla distanza di mm. 2 fra i lati dell'uno e quelli dei seguenti. Il numero dei triangoli costituenti la maglia è di 11.

Nello stato di quiete la maglia triangolare ed il cerchio costituiscono un solo complesso per le proprietà del quale, come fu detto, il cerchio si presenta appiattito in corrispondenza dei vertici, maggiormente incurvato, in corrispondenza dei lati della maglia. Durante la rotazione, il cerchio deformato non segue la rotazione della maglia in tal modo, cioè, che le sue deformazioni si spostino nel senso della rotazione stessa, ma esso viene percepito o fermo, ovvero con tendenza a ruotare, per contrasto di moto, nel senso opposto alla rotazione della maglia.

È chiaro che ogni punto della circonferenza, durante la rotazione della maglia, si troverà a distanze variabili dal contorno della maglia stessa, e precisamente in corrispondenza dei vertici si troverà tre volte in un giro, alla distanza massima, in corrispondenza dei lati alla distanza minima. Orbene, poichè la percezione di queste varie distanze avviene in tal modo, che esse vengono accentuate, in corrispondenza dei vertici, ogni punto del cerchio apparrà trovarsi ad una distanza maggiore di quel che è in realtà e quindi più basso; in corrispondenza dei lati appare invece alzarsi. Nel passaggio, durante la rotazione della maglia, dall'una all'altra distanza, il punto sembra muoversi dal basso verso l'alto, a mo' di un'onda: raggiunto il punto massimo di altezza, nuovamente abbassarsi e così via, ottenendosi durante un intero giro tre massimi e tre minimi di altezza. Rivolgendo l'attenzione a tutti i punti della circonferenza, sembra che questa assuma una speciale elasticità e sia percorsa come da un'onda che si alza e si abbassa al presentarsi dei lati e rispettivamente dei vertici. In uno stadio ottimo di velocità il cerchio appare tutto pulsante con massima regolarità ed in modo mirabile.

Inoltre per velocità minime e velocità massime in seguito ad un contrasto di moto il cerchio sembra muoversi in senso

Digitized by Google

contrario alla rotazione della maglia. Ho distinto questo moto con il nome di « *moto r* », quello deformante con il nome di « *moto d* ». In un stadio di velocità ottima il moto deformante è predominante sul moto *r*, e questo non viene più percepito.

Dette quali siano le modalità del moto deformante, ho raccolto nella tabella II le osservazioni fatte durante le esperienze. Nella prima colonna sono indicate le velocità, nella seconda le osservazioni riguardo il moto *r*, nella terza quelle per il moto *d*, nella quarta le osservazioni generali.

TABELLA II.

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	—	—	Il cerchio sembra spostarsi nel senso della rotazione della maglia
II	Visibile, intermittente.	Visibile, ondeggiante	
III	idem	idem	
IV	Scomparso	Pulsante	Optimum
V	idem	Rapide brevi pulsazioni	
VI	idem	Rapidissime pulsazioni	
VII	Visibile	Scomparso	Il cerchio non è più deformato

Come si vede dalle osservazioni raccolte durante le esperienze stesse, il moto *c d* compare soltanto quando il succedersi delle varie deformazioni ha raggiunto una certa velocità, e precisamente, quando la rotazione ha la velocità di 11".6 per giro. L'*optimum* coincide con la velocità di rotazione di 6". Il moto *d* scompare quando la velocità è di 1",6 per giro. Degna di nota è la fusione fra i due moti *r* e *d* nel senso che il moto *d* appare come un'onda che si alzi e si abbassi nel modo già detto e che nel tempo stesso si muova in senso contrario alla rotazione della maglia. Appena tuttavia la velocità è tale, che il

Digitized by Google

susseguirsi delle varie fasi di deformazione si manifesta come una pulsazione delle parti della circonferenza e dell'intero cerchio, e cioè si fondono assieme la fase di minimo e quella di massimo inalzamento, allora il moto *r* scompare. Il significato del limite inferiore per la comparsa del moto *d*, è in ciò che l'intervallo tra le fasi della deformazione è così grande, che si ha l'impressione di un succedersi delle varie posizioni del complesso senza collegarle in un moto, ma come fossero ognuna in istato di quiete.

Se la velocità aumenta oltre un certo limite, allora non si ha più la percezione della maglia come tale, ma i vari triangoli si fondono assieme. Si ottiene uno sfondo grigio, ed il cerchio non appare deformato, anzi, per contrasto di chiarore spicca sullo sfondo, come una forma a sè. Se in questo caso si rivolge l'attenzione alla maglia ruotante, si ha la percezione come se i triangoli avessero i lati incurvati verso il centro. Ciò è dovuto a parer mio, per il fatto che i punti estremi (i vertici) si fondono, in seguito alla rotazione, in cerchi, onde si ottiene nei lati un'illusione identica a quella che si ha, iscrivendo un triangolo in una maglia circolare.

Sia inoltre notato che per la comparsa del moto *d*, occorre un certo periodo di *Einstellung*. In un primo tempo si ha un *caos* di impressioni disordinate, le quali poi si ordinano in due diverse percezioni: il moto di rotazione della maglia con il presentarsi successivo dei vari punti di essa, e quella del succedersi delle deformazioni del cerchio.

Il *moto* d *nel cerchio con maglia quadrangolare.* Il cerchio è il medesimo dell'esperienza antecedente; la maglia quadrangolare misurata dal quadrato massimo, ha l'estensione di mm. 60 per lato. Il numero dei quadrati concentrici è di 14. La distanza dei lati dei singoli quadrati è di mm. 2.

Nello stato di quiete il cerchio si presenta schiacciato in corrispondenza dei vertici, maggiormente incurvato in corrispondenza dei lati della maglia. Durante la rotazione avvengono i medesimi fenomeni già visti per la maglia triangolare; si noti però che i punti di massima deformazione qui sono quattro, come quattro i punti di minima deformazione. Sarà sufficiente indicare nella tabella III, in modo analogo a quanto si è fatto prima, le osservazioni compiute durante le esperienze.

Digitized by Google

Il moto deformante nel cerchio con maglia pentagonale. Il cerchio è ancora il medesimo: la maglia pentagonale è costituita da 14 pentagoni concentrici a distanza, misurata pei lati, di mm. 2,5 l'uno dall'altro. Il pentagono maggiore ha il lato di 50 mm.

Anche qui nello stato di quiete abbiamo la solita deformazione: in corrispondenza dei lati e dei vertici della maglia il cerchio appare rispettivamente con una maggiore curvatura e schiacciato. Anche durante la rotazione della maglia, si presentano i medesimi fenomeni già visti: il moto *d* appare prima ondeggiante, poi come moto pulsante, infine scompare. Anche qui credo opportuno riprodurre nella tabella IV le osservazioni fatte durante le esperienze.

TABELLA III

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	Leggermente visibile	Leggermente visibile come onde che seguono il moto *r*	Occorre concentrare assai l'attenzione
II	idem	Perfettamente fuso con il moto *r*, appare come un moto ondeggiante	
III	idem	idem ma più rapido	
IV	Intermittente	Appare come moto di pulsazione non troppo chiaro	
V	—	Pulsazioni rapide chiare per tutto il cerchio	Optimum
VI	—	Pulsazioni intermittenti e rapidissime	
VII	—	—	

Digitized by Google

Osservazioni generali sopra i moti deformanti nel cerchio. I moti *d* nel cerchio sono quanto mai regolari, sia che essi appaiono come moti ondeggianti, sia come pulsazioni dell'intero cerchio e delle parti di esso.

Pel cerchio, durante la rotazione delle maglie, si ha la percezione come di una forma del tutto elastica, come di una palla di gomma, così che, se si rivolge l'attenzione ad un punto della

TABELLA IV.

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	Visibile	Lievissimo e solo se si fissa un punto della circonferenza	
II	Intermittente	Come moto ondeggiante ad onde muoventesi a tratti in senso contrario alla rotazione della maglia	
III	idem	Pulsante, le pulsazioni si distribuiscono a tutto il cerchio	
IV	——	Pulsazioni ritmiche	Optimum
V	——	Rapide pulsazioni	
VI	——	Quasi scomparso	
VII	——	——	

maglia vicino al cerchio e lo si segue con l'occhio durante la rotazione, si ha l'impressione che vi sia « un dito che giri attorno ad una palla elastica e che la schiacci nei punti che via via tocca, i quali tosto si rialzano ». Con tali parole mi esprimeva la sua impressione uno dei miei soggetti.

È molto strano che sebbene si sappia e si percepisca che il cerchio è fermo, mentre si vede ruotare la maglia, tuttavia le

Digitized by Google

due forme non sono *vissute* come separate, ma si fondono sempre in un solo complesso.

I moti deformanti del cerchio si possono osservare anche in un modo molto più semplice. È sufficiente far ruotare *lentamente*, per mezzo di un apparecchio di rotazione, una maglia con sopra disegnato il cerchio. Sebbene il cerchio effettivamente giri, tuttavia lo si vede fermo e le deformazioni di esso non seguono la rotazione della maglia, ma si presentano, ora come una maggior curvatura, ora come un appiattimento dei vari punti della circonferenza: tali fasi si collegano, come nelle esperienze precedenti, con un moto deformante.

La spiegazione di ciò io credo consista ancora in fattori, dipendenti dalla legge di massima economia. Infatti nella rotazione di una maglia con sopra disegnato un cerchio, si presentano due possibilità di percezione, onde giungere alla conoscenza dell'accadere spaziale: o le deformazioni apparenti del cerchio si vedono spostarsi nel senso della rotazione della maglia, oppure, apparendo il cerchio come fermo, si vedono oscillare da un massimo ad un minimo e viceversa.

È chiaro, mi pare, che questa seconda possibilità, non soltanto agevola la percezione dei successivi rapporti spaziali presenti nei vari punti fra il cerchio e la maglia, ma che è altresì il mezzo più semplice per percepire tale succedersi: onde è la seguita.

Quale sia poi l'importanza già accennata dell'attenzione, della *Einstellung*, quali il significato della velocità segnata come *optimum* per la comparsa dei moti *d* del cerchio, si parlerà in seguito, essendo tali fattori di comune importanza per tutte le figure esaminate.

I moti deformanti nel quadrato. I moti deformanti nel quadrato non sono così semplici e così regolari come nel cerchio. Infatti, mentre in questa figura, tutti i punti sono equivalenti, nel quadrato ciò non è, ma i vertici hanno un altro significato che non i vari punti dei lati. Inoltre il quadrato può essere orientato o come losanga o coi lati rivolti verso l'osservatore; tanto in un caso, come nell'altro si hanno fenomeni differenti collegati a ciò, che, come è noto, la figura losanga ha un altro significato rappresentativo che non la figura quadrato (1).

(1) MACH E. *Die Analyse d. Empfuind.* IX Auflage, p. 87. Jena, 1922.

Digitized by Google

Pertanto rivolgendo l'attenzione ai vertici, si avranno speciali modalità nei moti *d*, rivolgendola ai lati, altre; l'attenzione diffusa a tutta la figura, conduce alla visione di moti non chiari, a moti che presentano quasi fenomeni di gara. Si agevola il rivolgere l'attenzione ai vertici, orientando la figura come losanga, ai lati come quadrato.

Si può dire in linea generale, che, rivolgendo l'attenzione ai vertici, nello stato di quiete, per tutte le maglie, i vertici della losanga più vicini a quelli della maglia appaiono abbassarsi, inalzarsi in corrispondenza dei lati. Con la rotazione della maglia, il moto *d* apparrà essenzialmente come un inalzarsi e rispettivamente un abbassarsi dei vertici della losanga.

Rivolgendo invece l'attenzione ai lati (ciò che avviene per la figura orientata a mo' di quadrato) questi appaiono incurvati verso il centro, in corrispondenza dei vertici della maglia; in questo caso il moto *d* si manifesta essenzialmente nei lati come una pulsazione dei medesimi verso e contro il centro.

Per le varie maglie quindi conviene tener distinti i due casi di orientamento del quadrangolo, come losanga e come quadrato. Le maglie sono le medesime di quelle adoperate per il cerchio; il quadrato ha l'estensione di 20 mm. di lato.

I moti deformanti nel quadrato (orientamento a losanga) con maglia triangolare. Le deformazioni della losanga inscritta alla maglia triangolare sono assai complesse; possiamo distinguere tre fasi principali di deformazione, durante la rotazione della maglia. Se questa presenta la base parallela all'osservatore, la losanga inscritta in essa, appare come in figura 29, e cioè deformata nel senso che la diagonale orizzontale appare maggiore di quel che è in realtà; gli angoli laterali appaiono minori, la diagonale verticale minore nella metà superiore, maggiore nella metà inferiore; l'angolo superiore, maggiore ed infine l'angolo inferiore minore di quel che è in realtà. Insomma la losanga appare allungata nel senso orizzontale ed in quello inferiore, schiacciata nella metà superiore; inoltre i due lati obbliqui inferiori appaiono leggermente incurvati verso il centro in corrispondenza dei vertici della maglia.

Se poi la maglia triangolare si sposta così che la base sia verticale, si spostano pure tutte le deformazioni dette. In questo caso la diagonale verticale della losanga ha le deformazioni,

Digitized by Google

che prima erano in quella orizzontale e viceversa. Analogamente per le altre deformazioni.

Un'ultima fase è data quando la maglia triangolare presenta il vertice verso il basso. Anche qui le deformazioni si spostano in corrispondenza della nuova posizione assunta dalla maglia e cioè, mentre la diagonale orizzontale appare maggiore di quel che è in realtà, quella verticale presenta condizioni opposte di quando il vertice della maglia è verso l'alto.

Nel passaggio dall'una all'altra fase si può dire che, ogni qual volta ad un vertice della losanga corrisponde uno della maglia, allora il vertice della losanga si abbassa, si allarga l'angolo a cui appartiene, si restringe invece l'angolo opposto e si allunga la diagonale perpendicolare a quella appartenente al vertice della losanga, con la conseguenza del restringersi degli angoli corrispondenti. Al presentarsi dei lati della maglia invece tali condizioni si rovesciano. Il moto *d* allora appare come un pulsare ritmico degli angoli, come un allungarsi e contemporaneamente allargarsi della losanga, con massimi e minimi che corrispondono rispettivamente al passaggio dei vertici e dei lati della maglia, dinanzi ai vertici della losanga.

Il moto *d* è davvero assai complicato. La losanga perde ogni sua caratteristica, essendo impossibile poterla riconoscere. Uno dei miei soggetti, finite le esperienze, non voleva convincersi che si trattasse proprio di una losanga; anzi fu necessario, per persuaderlo, fargliela vedere separatamente.

Occorre poi un lungo periodo di *Einstellung* per riconoscere le modalità del moto *d*, il quale dapprima appare come « *salti* » delle varie parti, come « *scatti* » aventi la tendenza a dirigersi in senso contrario alla rotazione della maglia.

In seguito la losanga appare, come se fosse elastica, e ritmicamente è vista allargarsi ed abbassarsi in alto, allungarsi orizzontalmente, restringersi in basso e viceversa.

Occorre poi in ogni caso rivolgere l'attenzione ai vertici e soltanto con una velocità ottima si ha la percezione di un moto nei lati inferiori, i quali appaiono incurvarsi verso il centro al passaggio dei vertici della maglia.

Nella tabella V sono esposte le osservazioni fatte durante le esperienze per le varie velocità.

Digitized by Google

TABELLA V

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	A scatti in senso inverso alla rotazione della maglia	Non chiaro	
II	Accennato	Appare come un pulsare dei vertici	
III	Scomparso	idem	
IV	—	Avviene nel modo descritto	Optimum
V	—	Rapido pulsare delle parti	
VI	—	Intermittente	
VII	—	—	La maglia triangolare appare come una serie di cerchi, i lati della losanga sono piegati verso il centro.

Orientazione a quadrato. Se il quadrangolo è orientato come quadrato, allora l'attenzione è naturalmente rivolta ai lati; si ha la percezione di una forma del tutto diversa da quella che si otteneva con l'orientazione a losanga. Nello stato di quiete, il quadrato appare come un trapezio, la cui base minore è rivolta verso il basso, parallelamente ai lati della maglia, e la base maggiore è verso il vertice della medesima.

Pertanto, al passaggio dei vertici della maglia, i lati del quadrato appaiono allungarsi, restringersi al passaggio dei lati. Durante la rotazione della maglia il moto *d* si manifesta così che dei lati di base, mentre l'uno si allarga, l'altro si restringe, e dei lati verticali, mentre l'uno si allunga, l'altro si accorcia. Poichè tali moti avvengono contemporaneamente, dei vertici superiori l'uno si alza, e l'altro si abbassa, e di quelli inferiori l'uno si estende a destra, l'altro a sinistra e viceversa. Il quadrato quindi sembra che si muova come se i lati fossero articolati nei vertici. Il moto *d* tuttavia è più rilevante pei lati verticali che per quelli orizzontali, di modo che talvolta esso

Digitized by Google

appare come un ritmico, pulsante allargarsi e restringersi di quelli. L'*optimum* coincide con la velocità IV. Per le velocità I e VII non si ha più la percezione del moto *d*, mentre il moto *r* è appena visibile, come tendenza, nelle velocità I, II e VII.

I moti deformanti nel quadrato (orientato a losanga) con maglia pentagonale. Nello stato di quiete la deformazione è assai simile a quella che si ha nella losanga iscritta alla maglia circolare; i lati della losanga appaiono piegati verso il centro in corrispondenza dei vertici della maglia. Non si nota che una leggera maggior lunghezza della diagonale che corrisponde ad uno dei vertici della maglia. Durante la rotazione della maglia, il moto *d* si presenta, come un pulsare verso il centro, dei lati della losanga, al passaggio dei vertici della maglia. Si ottengono perciò cinque ritmiche pulsazioni in un giro intero, e cioè tante quanti sono i vertici della maglia.

Già con la velocità cinque, la maglia pentagonale perde la sua individualità ed appare come una serie di cerchi concentrici; allora la losanga appare coi lati rivolti verso il centro della figura, senza presentare fenomeni di moto.

L'optimum coincide con la velocità III; con la velocità I appare già il moto *d*, ma assai lieve; con la velocità V scompare.

Col quadrato orientato come tale si osserva che il moto *d* ha le medesime modalità di prima, ma che è localizzato specialmente nei lati verticali; anche qui si ha un pulsare dei lati verso il centro al passaggio dei vertici della maglia. Che il fatto dell'assenza quasi completa di deformazioni o di moto *d* nei lati orizzontali si debba ad una speciale maggior persistenza della direzione orizzontale, come quella che più tardi e più difficilmente si lascia deformare?

I moti deformanti nel quadrato (orientato a losanga) con maglia quadrangolare. Nello stato di quiete, se la losanga ha i lati paralleli a quelli della maglia non si presenta deformata; se li ha invce perpendicolari alle diagonali della maglia, in corrispondenza di esse, si presenta coi lati fortemente piegati verso il centro (fig. 37).

Durante la rotazione della maglia, il moto *d* si manifesta come uno splendido mirabile pulsare dei lati verso il centro, al passaggio dei vertici della maglia. Tale pulsare avviene, per le condizioni stesse della figura, contemporaneamente in tutti

Digitized by Google

i lati di modo che tutta la losanga appare pulsante. I miei soggetti paragonavano il moto *d* al moto di diastole e di sistole del cuore; nulla di più vero!

Di rado si vede un fenomeno più bello di questo ritmico pulsare della losanga; esso è altamente estetico e si accompagna ad un forte sentimento di piacere.

Mentre con velocità minori si vede il lento passaggio tra la fase, in cui lati non sono deformati e quella in cui lo appaiono

TABELLA VI

Velocità	Moto r	Moto d	*Osservazioni*
I	Chiaro	Non osservabile	
II	Scomparso	Ondeggiante, gradevole passaggio fra le fasi estreme.	
III	—	Come pulsazioni di tutta la losanga	
IV	—	Splendido pulsare di tutta la losanga	Optimum
V	—	Battiti più rapidi e più brevi	
VI	—	—	La maglia appare come serie di cerchi concentrici e la losanga coi lati deformati verso il centro.
VII	Visibile	—	idem

maggiormente e, cioè, quando sono perpendicolari alle diagonali della maglia; con la velocità ottima, tale graduale passaggio non è più percepito, ma si vedono ad un tratto piegarsi i lati, ad un tratto distendersi.

Mi sia lecito riportare nella tabella VI le varie osservazioni fatte per le singole velocità:

Orientamento a quadrato. Se il quadrangolo è orientato a mo' di quadrato, il moto *d* si presenta con le medesime modalità di prima. Anche qui al passaggio dei vertici si ha il pulsare dei

Digitized by Google

lati verso il centro, ma tale pulsare è di minore entità, e localizzato specialmente nei lati verticali. Ritroviamo qui quanto è stato detto per il quadrato, orientato come tale e la maglia pentagonale.

I moti deformanti nel triangolo. Nello stato di quiete, qualunque sia la maglia sottoposta al triangolo, questo in corrispondenza dei vertici della maglia, presenta i lati incurvati verso il centro. Tale incurvarsi può anche presentarsi accompagnato da un restringersi degli angoli formati dai lati incurvati. Il moto *d* di conseguenza si presenta sia come un pulsare dei lati, sia come un allargarsi ed un restringersi degli angoli corrispondenti. Anche qui abbiamo la possibilità di due orientazioni principali del triangolo: col vertice rivolto verso l'osservatore, o con la base. Il triangolo esaminato è equilatero coi lati di 20 mm. di estensione. Le maglie sono le medesime delle esperienze antecedenti.

I moti deformanti nel triangolo (orientato con la base verso l'alto) con maglia triangolare. Nello stato di quiete, ed essendo il triangolo orientato con il vertice verso l'osservatore, quando i lati del triangolo sono paralleli a quelli della maglia, esso non appare deformato. Quando invece i lati sono perpendicolari alle mediane della maglia, allora il triangolo presenta i lati incurvati verso il centro, ed in modo speciale quelli obliqui, minimamente l'orizzontale.

Il moto *d* si manifesta come un pulsare dei lati, e specialmente degli obliqui, al passaggio dei vertici; contemporaneamente gli angoli appaiono restringersi ed allungarsi i lati, di modo che si ha un ritmico pulsare, tre volte in un giro, della metà dei lati verso il centro, dei vertici verso l'esterno e degli angoli. Tali moti sono fusi assieme in un solo unico pulsare di tutta la figura.

Il decorso dei fenomeni è espresso nella tabella VII, come per le altre figure.

Si osservi che il moto *d* è specialmente visibile pei lati obliqui.

Col triangolo orientato con la base verso l'osservatore, si hanno i medesimi fenomeni, forse il moto *d* in questo caso appare piuttosto come pulsare dei lati, che come restringersi ed allargarsi degli angoli.

Digitized by Google

I moti deformanti del triangolo (orientato con la base in alto) con la maglia quadrangolare e con la maglia pentagonale. Mentre nel caso precedente tre volte in un giro i lati del triangolo si presentavano incurvati verso il centro, e per tre volte distesi, essendo tre i vertici della maglia triangolare, per la maglia quadrangolare e pentagonale ciò succede rispettivamente quattro

TABELLA VII

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	Chiaro	—	
II	Come tendenza	Visibile nel modo detto, come un graduale passaggio dalla fase di nessuna deformazione alla fase di massima deformazione	
III	—	Come moto pulsante delle singole parti	
IV	—	Pulsazioni splendide di tutto il triangolo	Optimum.
V	—	Rapido pulsare specialmente del vertice inferiore	—
VI	—	—	La maglia appare come serie di cerchi concentrici. Il triangolo presenta i lati incurvati verso il centro.
VII	Visibile	—	idem

e cinque volte in un giro. Per tutto il resto i fenomeni sono i medesimi già descritti: al passaggio dei vertici della maglia abbiamo un incurvarsi del lato corrispondente del triangolo, ed un restringersi degli angoli compresi fra due diagonali della maglia. Il moto *d* sia nell'uno, come nell'altro, caso, è prima oscillante, poi ondeggiante ed infine, per la velocità ottima, pulsante.

Digitized by Google

Nella tabella VIII sono esposti i risultati per la maglia quadrangolare, in quella IX, i risultati per la maglia pentagonale.

Se il triangolo è orientato con la base verso l'osservatore tanto per la maglia quadrangolare, quanto per quella pentagonale avvengono i medesimi fenomeni.

Si noti poi che il moto *d* è più visibile nei lati obbliqui che in quello orizzontale.

TABELLA VIII

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	Visibile	—	
II	idem	Visibile, come allargarsi e restringersi degli angoli, i quali fra le diagonali della maglia appaiono stretti, larghi in corrispondenza dei vertici	
III	—	Visibile ora come moto degli angoli, ora come moto dei lati	Optimum
IV	—	idem brevi pulsazioni	
V	—	Pulsazioni dei lati obliqui	
VI	—	Quasi scomparso	
VII	Visibile	—	

I moti deformanti nel pentagono. Anche per il pentagono possiamo avere due orientazioni principali o con un vertice rivolto verso l'osservatore o con la base. Tanto in un caso come nell'altro, tuttavia, i moti deformanti si manifestano piuttosto con un allungarsi ed un restringersi del pentagono che come deformazioni dei lati del medesimo. Fa eccezione a ciò il caso del pentagono con la maglia pentagonale.

I moti deformanti del pentagono (*orientato con la base verso*

Digitized by Google

l'osservatore, e maglia triangolare. Nello stato di quiete il pentagono appare deformato come nella fig. 42.

E cioè, i lati appaiono leggermente incurvati verso il centro in corrispondenza dei vertici della maglia; il vertice superiore del pentagono abbassato e la diagonale sottostante maggiore di quel che è in realtà. Il lato inferiore infine appare minore,

TABELLA IX

Velocità	Moto *r*	Moto *d*	*Osservazioni*
I	Visibile	—	—
II	idem	Visibile come moto degli angoli	
III	Scomparso	Visibile come moto ad onde dei lati	Il moto *d* non avviene contemporaneamente in tutti i lati, ma prima nell'uno poi nell'altro. *Optimum.*
IV	—	Come piccoli brevi oscillazioni dell'ampiezza dell'angolo inferiore	
V	—	—	—
VI	Visibile	—	La maglia pentagonale appare come una serie di cerchi, ed il triangolo appare deformato coi lati incurvati verso il centro.
VII	Visibile	—	idem

gli obliqui inferiori, maggiori di quel che sono in realtà. Pertanto, in corrispondenza dei vertici delle maglie s'accorcia la corrispondente altezza del pentagono (nel caso della figura la perpendicolare che parte dal vertice superiore e va alla metà della base) e s'allunga la diagonale perpendicolare a tale altezza.

Il moto deformante si manifesta pertanto come un alternato abbassarsi ed inalzarsi dei vertici, come un allargarsi ed un restringersi del pentagono nelle varie direzioni. Generalmente il

Digitized by Google

moto *d* viene localizzato nel vertice superiore, il quale tre volte in un giro s'abbassa e si rialza, e corrispondentemente tre volte il pentagono s'allarga nel senso orizzontale, e tre volte si restringe.

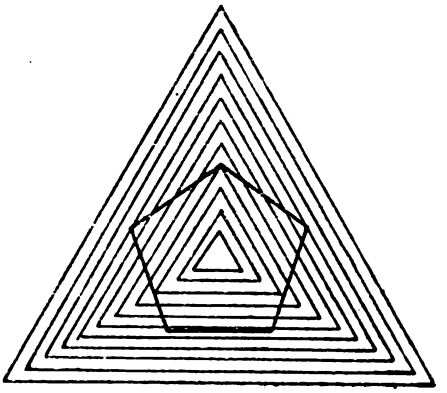


Figura 42.

Rivolgendo l'attenzione ad un altro vertice si possono osservare gli stessi fenomeni, ma l'allargarsi ed il restringersi alternato del pentagono avviene nella direzione segnata dalla

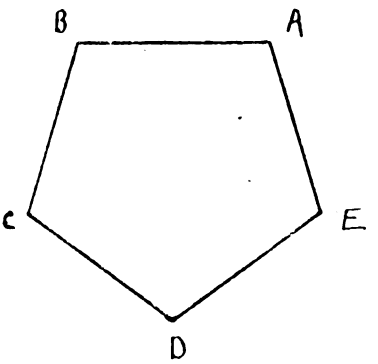


Figura 43.

diagonale sottostante al vertice fissato. In questo caso il pentagono viene percepito *diverso* ossia con un'altra orientazione: il lato sottostante al vertice fissato assume la funzione di base.

Digitized by Google

L'attenzione diffusa a tutta la figura conduce ad una percezione di moto disordinato, oscillante; talora s'impone la percezione di un alternato allargarsi e restringersi di tutta la figura, al passaggio rispettivamente di un vertice o di un lato della maglia al vertice superiore del pentagono.

Spesso l'abbassarsi dei vertici viene percepito piuttosto come un allargarsi dell'angolo corrispondente, altre volte i due moti (del vertice e dell'angolo) sono fusi armoniosamente in uno solo. Talvolta si ha l'impressione come se il pentagono fosse *articolato* nei vertici.

Il moto *d* s'inizia con la velocità II, termina colla velocità VI: il moto *r* è visibile con le velocità I, II, VII. L'*optimum* coincide con la velocità IV.

Quando poi il pentagono è orientato con la base in alto, allora appaiono i seguenti fenomeni; se nella figura 43 è rappresentato il pentagono isolato con l'orientamento detto; allora il moto *d* con le modalità già descritte, appare di preferenza sugli angoli *C B A* e *B A E* alternativamente a seconda dell'oscillare dell'attenzione; i vertici *B* ed *A* si alzano e si abbassano. Quando il moto è visto contemporaneamente nei due angoli, allora s'alzano e s'abbassano i due vertici *A* e *B*, ed il lato *BA* sembra incurvarsi verso il centro e poi nuovamente distendersi. Tali fenomeni si ripetono al passaggio dei vertici della maglia e rispettivamente in senso contrario al passaggio dei lati, quindi tre volte in un giro completo.

I moti deformanti nel pentagono con maglia quadrangolare

Il moto *d* in questo caso, sia col pentagono orientato con la base verso l'osservatore, sia orientato col vertice, è del tutto simile a quello descritto per la maglia triangolare. Si noti però che i massimi di deformazione si ripetono qui quattro volte in un giro e cioè in corrispondenza dei vertici della maglia. Qui però abbiamo che i lati appaiono un po' incurvati e che l'alterno abbassarsi dei vertici e l'alterno restringersi degli angoli, appare piuttosto come un alterna, uniforme pulsazione di tutta la figura.

Come pel caso precedente, il moto *d* si manifesta massimamente nel vertice superiore, ed all'oscillare dell'attenzione, muta lato. L'op*timum* coincide con la velocità IV; con la velocità I e VII non è visibile. Il moto *r* compare nelle velocità I, II e VII.

Digitized by Google

Il moto nel pentagono con maglia pentagonale. — Nello stato di quiete, quando il pentagono presenta i lati paralleli a quelli della maglia, non vi è deformazione, quando invece li presenta perpendicolari alle linee, che uniscono i vertici, allora i lati del pentagono appaiono incurvati verso il centro, e gli angoli più stretti.

Il moto *d* si manifesta come uno splendido pulsare dei lati e degli angoli dall'una all'altra fase. Questo moto si presenta

TABELLA X.

Velocità	Moto r	Moto d	*Osservazioni*
I	Visibile	—	—
II	Come tendenza	Visibile come pulsazioni	
III	idem	Come lievi pulsazioni delle metà dei lati	
IV	—	Pulsazione di tutta la figura. I vertici paiono allontanarsi verso la periferia.	Optimum
V	—	idem	
VI	Tendenza	Scomparso	Si nota la deformazione tipica del pentagono come fosse in cerchio.
VII	idem	—	idem

in modo mirabile e venne paragonato da tutti gli osservatori al pulsare del cuore, anche perchè nella fase di deformazione il pentagono sembra meno esteso che nella fase di non deformazione. Nella tabella X sono raccolte le osservazioni fatte durante l'esperienza.

Nell'orientamento del pentagono con il vertice rivolto verso l'osservatore, si notano i medesimi fenomeni.

Digitized by Google

4. — Osservazioni generali sopra i moti deformanti e le condizioni della loro comparsa

Raccolti i risultati ottenuti, confrontatili fra di loro, collegate le somiglianze, è lecito dire che *i moti deformanti appaiono così che i punti della figura inscritta al passaggio delle distanze massime* (*i vertici delle maglie*) *s'allontanano, al passaggio delle distanze minime, s'avvicinano al contorno della maglia.*

Questa regola vale per spiegare *tutte* le modalità presentate dai moti *d.* Infatti se ad una maglia, è inscritto un cerchio, al passaggio dei vertici, i vari punti della circonferenza si avvicinano al centro, si allontanano al passaggio dei lati. Sono queste, fasi estreme di un processo che avviene a gradi con la rotazione della maglia; esse si presentano contemporaneamente nei vari punti della circonferenza, onde collegate in un moto per cause che non è mio compito indagare, si manifestano come un uniforme pulsare, restringersi ed allargarsi dell'intero cerchio. Questo moto nel cerchio è uniforme e simultaneo, poichè i punti di esso sono equivalenti. Ma nelle altre figure non è così, perchè se in un punto la regola data vale come un abbassarsi dei vertici, in un altro come incurvarsi dei lati. Le varie fasi della deformazione, non si possono più collegare in un solo moto di egual forma per tutti i punti; mentre in un parte si vedono abbassarsi i vertici, nell'altra simultaneamente piegarsi i lati. Onde avviene che tutta la figura appare contorta, difforme, ed in tanto disordine, dovuto al percepire simultaneamente e questi e quelli rapporti spaziali, che per giungere alla conoscenza di come essi mutino nell'atto del percepire, avviene o gara o predominio o fusione dell'un moto rispetto all'altro.

L'attenzione che prima era rivolta passivamente a tutta la figura, per le necessità del conoscere, per le necessità del percepire diviene attiva e si rivolge ora all'una, ora all'altra parte della forma. E se l'osservatore non interviene con un processo, attivo, dallo spontaneo dirigersi dell'attenzione si possono cogliere quali siano le parti di un complesso che più si impongono. Queste sono le parti superiori, i vertici, le direzioni obbliche. Infatti in quelle esperienze in cui sono visti di preferenza alcuni

Digitized by Google

dei moti *d* presenti nella figura esaminata, questi sono percepiti o nella parte superiore, o nei vertici, o nei lati obbliqui.

Se invece la forma della figura inscritta corrisponde a quella della maglia, allora il moto *d* è uniforme: infatti simultaneamente sono percepiti i medesimi rapporti spaziali.

E che siano davvero i rapporti spaziali ad essere causa del moto *d* da ciò solo si potrebbe dedurre che esso ha sempre in ogni caso la direzione dei rapporti spaziali, e poichè questi si estendono dalla periferia verso il centro della figura, il moto *d* ha precisamente tale direzione.

Quale invece sia il perchè noi colleghiamo le diverse fasi di deformazione in un moto, ciò non è mio compito; ma mi sia lecito osservare che, pure ammettendo che essi, come i moti α, siano una conseguenza di una « inadeguatezza » (*Inadäqua theit*) di provenienza oltresensoriale (1), essi conducono ad una effettiva conoscenza del susseguirsi e del mutarsi dei rapporti spaziali. Il fenomeno del moto apparente pertanto è una necessità del nostro percepire, *forse* il minimo mezzo per giungere a ciò, forse una conseguenza della legge del minimo mezzo.

La quale altro non vuol dire se non che la nostra psiche, di fronte al materiale offerto dall'organo di senso, per giungere alla conoscenza di esso, impiega, per necessità i minimi mezzi; il moto *d* sarebbe pertanto il minimo mezzo onde ad un tratto percepire o conoscere i successivi spostamenti spaziali, siano questi corrispondenti ad uno stimolo od apparenti.

In fondo, anche il Müller (2) parlando dei moti eidotropici del Lindemann (3) dice che per essi valgono fattori psichici, non fisiologici.

Ad una spiegazione psicologica si è condotti da ciò che, durante tutto il tempo in cui la figura subisce il movimento, essa rimane assolutamente in quiete e quindi rimane costante una sola immagine retinica.

Per spiegare i moti *d* si potrebbero invocare movimenti oculari; dalle mie esperienze infatti non è possibile escludere con prove che non entri tale fattore. Si noti però che i movimenti

(1) BENUSSI V. *Arhc. f. d. Ges. Psych.* pp. 417 e segg. 1914.
(2) MULLER, *Op. cit.* pp. 54 e segg.
(3) LINDEMANN. *Op. cit.* p. 42.

Digitized by Google

deformanti sono visti anchè se si fissa fortemente un punto della figura inscritta, non solo, ma sono anche visti quando per mezzo della vite a cremagliera dello stativo si separa la maglia dalla figura, Si può giungere così ad una distanza fra le due di circa 10 cm. (per me), il moto deformante è ancora visto. Appena si oltrepassa quel limite e le due forme sono percepite come *isolate*, vien meno ogni movimento.

Nella visione poi dei moti deformanti è rilevante l'influenza dell'attenzione e dell'*Einstellung*. L'attenzione e l'*Einstellung* sono certamente due momenti di grande importanza nella percezione delle forme, come è noto dalle ricerche del Müller e del Kleint (1): questa importanza si dimostra intera nelle mie ricerche.

5. — La velocità nei moti deformanti

Secondo quanto è stato detto si può dedurre che la velocità di rotazione della maglia non ha altra importanza per la visione di moti deformanti, se non in quanto per essa si succedono, per ogni punto della figura interna, rapporti spaziali con la maglia di varia estensione. La velocità di rotazione della maglia significa pertanto con quale velocità si succedono le fasi di deformazione. Le quali rappresentano le successive apparenti posizioni spaziali, assunte dai vari punti della figura interna. Queste non sono come nelle esperienze stroboscopiche fasi estreme, ma rappresentano i successivi ininterrotti stadii del mutarsi della posizione, da un massimo ad un minimo: esse pertanto rappresentano le condizioni che assume uno stimolo nella percezione di un moto reale. Quindi pei moti deformanti non si verificano quelle velocità critiche per cui in un moto stroboscopico due fasi sono viste o in quiete o in moto o contemporaneamente (2).

La velocità di rotazione della maglia ha poi importanza nel senso che quando essa è minima ed il moto della maglia non è percepito come tale, allora neppure il succedersi delle varie

(1) Kleint, *Ueb. d. Einfluss d. Einstellung. ecc.* Arch. f. d. Ges. Psych. pp. 337, 1925.
(2) Wertheimer, *Op. cit.* p. 78.

Digitized by Google

fasi di deformazione è collegato in un moto: quando essa è troppo grande, allora non si ha più la percezione della maglia come tale, e quindi vengono meno le deformazioni nella figura interna. Con la velocità massima (1'',6 per giro) in nessuna delle figure esaminate si presenta un moto distinto.

Se poi il succedersi delle varie fasi di deformazione è sufficientemente lento, allora il moto col quale esse sono collegate, appare come uno graduale, ossia come moto ondeggiante. Ciò si verifica per tutte le figure esaminate, e coincide generalmente con le velocità II e III (11'',6 e 9'',2 per giro).

L'*optimum* di velocità invece ha il significato di quella velocità per la quale, pur avendosi netta la percezione della maglia,

TABELLA XI

Figura interna	Maglia triangolare	Quadrangolare	Pentagonale
Cerchio	6''	6''	6''
Triangolo	6''	9'',2	9'',2
Quadrato	6''	6''	9'',2
Pentagono	6''	6''	6''

non vengono percepite le fasi di deformazioni intermedie, ma solo le estreme, che vengono collegate in un moto pulsante, a scatti.

Nella tabella XI sono appunto indicati (dedotti dai risultati ottenuti) gli optimum di velocità, in secondi per ogni giro, per le varie combinazioni delle maglie con le figure interne.

Dalla tabella XI risulta che l'optimum di velocità si può ritenere costante per ogni maglia, qualunque sia la figura inscritta, e che tende a diminuire quanto maggiore diviene il numero dei vertici delle maglie.

Facendo infatti la media, si ottiene che per la maglia triangolare, l'optimum coincide con la velocità di 6'' per giro, per quella quadrangolare di 6'',8 per quella pentagonale di 7'',6.

Ora, se teniamo per vero che la causa del moto deformante è il succedersi dei rapporti spaziali massimi e minimi, i quali conducono massime e minime deformazioni nelle figure inscritte alla maglia, possiamo dire che per la maglia triangolare durante

Digitized by Google

un giro, sono tre le fasi massime, tre le minime; per quella quadrangolare 4, per la pentagonale 5. Possiamo quindi calcolare le velocità di successione di queste fasi nella velocità ottima. Così nella maglia triangolare otterremo per le velocità ottime che le fasi massime si succedono con la velocità di $\frac{6''}{3}$ ossia di 2''; in quella quadrangolare di $\frac{6'',8}{4} = 1'',7$; in quella pentagodi $\frac{7'',6}{5} = 1'',52$.

Vediamo da ciò che la velocità di successione delle varie fasi, sebbene tenda a diminuire con la frequenza con cui si presentano le fasi in un giro completo, si avvicina assai ad una costante.

Le velocità invece di rotazione delle maglie, con le quali i moti deformanti vengono meno, sono espresse nella seguente tabella, costituita nel modo analogo della precedente:

TABELLA XII

Figura interna	Maglia triangolare	Quadrangolare	Pentagonale
Cerchio	2'',2	2'',2	2'',2
Triangolo	2'',2	2'',2	4'',2
Quadrato	2'',2	2'',2	4'',2
Pentagono	2'',2	2'',2	2'',2

Anche qui si osserva che la velocità di rotazione per la quale vengono meno i moti deformanti si avvicina assai ad una costante per ogni maglia, qualunque sia la figura inscritta. Essa tende ad aumentare nel pentagono.

Questa velocità indica il punto in cui la maglia, in seguito alla rotazione non viene più percepita come tale, ma i singoli elementi di essa si fondono assieme così che si ha la percezione di una serie di cerchi.

In questo caso, per tutte le figure si hanno le deformazioni che si otterrebbero se fossero inscritte ad una maglia circolare

Digitized by Google

6. — Riassunto dei risultati

Riassumendo i risultati ottenuti pei moti deformanti, si possono dare le seguenti conclusioni:

1°) I moti deformanti si manifestano come un estendersi, un allontanarsi e rispettivamente un restringersi degli elementi delle figure inscrite nelle maglie, al passaggio dei lati e rispettivamente dei vertici delle maglie.

2°) Essi sono dovuti al ritmico succedersi di rapporti spaziali di varia estensione e al modo con cui questi vengono percepiti.

3°) I moti deformanti si manifestano contemporaneamente in tutti gi elementi delle figure inscritte, sia come deformazioni, sia come abbassarsi dei vertici ed allargarsi degli angoli e viceversa.

4°) Nelle figure in cui si danno simultaneamente parecchi moti deformanti di vario genere, essi sono visti di preferenza nei vertici, nelle parti superiori, e nei lati obbliqui delle figure.

5°) Nei moti deformanti, hanno grande importanza l'Einstellung e l'attenzione.

6°) Le velocità minime, ottime, e massime per la comparsa dei moti deformanti rimangono costanti per ogni maglia, qualunque sia la figura inscritta.

7°) I moti deformanti si possono concepire come il minimo mezzo per avere la immediata percezione del successivo mutare dei rapporti spaziali fra le parti di un complesso.

Digitized by Google

CAPITOLO QUINTO

LE CONSEGUENZE DEI MOTI DEFORMANTI

1. — I MOTI DEFORMANTI ED I VARI MODI DELLA LORO PRODUZIONE

Le esperienze esposte nel capitolo precedente, ci permettevano concludere, che i moti deformanti sono dovuti al variare dei rapporti spaziali, ai quali sono collegate le diverse fasi di deformazione, che vengono fuse in un moto apparente. Pertanto i moti deformanti saranno visti in tutti quei complessi, nei quali sono presenti deformazioni delle parti, quando in un modo qualsiasi si mutino i rapporti spaziali. Infatti, noi possiamo ottenere moti *d* quando, invece della maglia, si faccia ruotare la figura inscritta. In questo caso è necessario disegnare la maglia sopra il celluloide e la figura sopra il disco rotante. I moti *d* della figura in questo caso sono fusi armonicamente col moto di rotazione, ma presentano le medesime caratteristiche viste: i vari punti della figura appaiono in moto e precisamente, al passaggio dei vertici della maglia sembrano avvicinarsi al centro, allontanarsi al passaggio dei lati.

Si possono ottenere moti deformanti, facendo scorrere la figura inscritta, disegnata sul celluloide, sopra la maglia tenuta ferma; oppure, tenendo ferma la figura e facendo scorrere la maglia.

Digitized by Google

I moti *d* non si ottengono soltanto con le figure delle maglie, ma anche con quelle per intreccio e con le illusioni angolari, quando si facciano scorrere le linee secondarie, disegnate sul celluloide, sopra le principali e viceversa.

In tutti questi casi, *senza eccezione*, i punti della parte del complesso che subiscono deformazioni, sembrano distendersi con il diminuire delle distanze spaziali, restringersi con l'aumentare delle medesime.

È pertanto dimostrato che la percezione dei successivi rapporti spaziali è collegata ad un accentuarsi dei medesimi; accentuarsi che si manifesta con il moto deformante delle parti del complesso. Rimane altresì dimostrato che il moto deformante è il minimo mezzo, onde avere l'immediata percezione di come variano i rapporti spaziali.

2. — I MOTI DEFORMANTI ED I MOTI INTRAFIGURALI DELLO EHRENSTEIN

Nel capitolo precedente venne posta in luce l'importanza dell'attenzione nella percezione dei moti deformanti. Ora, è sufficiente rivolgere fortemente l'attenzione alle singole distanze,

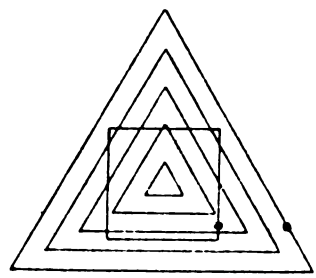


Figura 44.

con esclusione delle altre, affinchè in quei punti, ove l'attenzione è rivolta, il rapporto spaziale corrispondente venga accentuato. Codesto accentuarsi si manifesta con una maggiore deformazione della parte, nel punto fissato. Si osservi la fig. 44. Il quadrato

Digitized by Google

iscritto nella maglia triangolare appare deformato nel senso che i lati verticali sembrano convergere verso il basso. Ma di questi sebbene in modo lieve appare maggiormente obbliquo il lato destro, la distanza tra il quale e la maglia è messa in evidenza dai due punti segnati rispettivamente sul lato e sulla maglia.

Ciò è dovuto al fatto che, per causa dei punti segnati, l'attenzione è rivolta specialmente alla distanza tra il lato destro e la maglia.

Rivolgendo ora successivamente l'attenzione alle singole distanze, si avrà un successivo maggiore accentuarsi dei rapporti spaziali fissati, e di conseguenza una successiva maggiore deformazione: si potrà in questo modo ottenere la percezione di un moto deformante nella parte del complesso che viene in tal modo fissata.

Così, nella figura 31, facendo scorrere lo sguardo dal basso verso l'alto e viceversa e rivolgendo nel tempo stesso la massima attenzione ai vari punti successivamente fissati, si ha, sebbene lievissima, la percezione di un moto deformante. Il quale è reso maggiormente visibile, facendo scorrere la punta di una matita parallelamente alla maglia o al lato del quadrato. Fissando le successive posizioni assunte dalla punta della matita, l'attenzione viene rivolta successivamente alle varie distanze tra il lato e la maglia con la conseguenza di un accentuarsi delle medesime e di un moto deformante.

Questa esperienza ci conduce senz'altro a quelle interpretate dallo Ehrenstein, come conseguenze dei moti intrafigurali.

L'interessante lavoro dello Ehrenstein tuttavia parte da una esperienza comunicata circa 20 anni fa dallo Sziky (1). Se si copre con una striscia a bordi esattamente paralleli il vertice di un angolo nel senso della bisettrice, e se si fa scorrere lo sguardo su questa striscia, l'angolo sembra diventi rispettivamente maggiore e minore.

Lo Ehrenstein semplifica questa esperienza nel modo già detto e parte da essa per determinare i moti apparenti da lui detti intrafigurali. Egli porta numerose figure, per cui è possibile constatare la presenza di tali moti ed altre nelle quali esistono deformazioni, secondo l'Ehrenstein dovute, a ciò che

(1) Sziy., *op. cit.* p. 139.

Digitized by Google

le condizioni delle figure conducono alla percezione di moti intrafigurali.

Senza negare l'importanza dei moti intrafigurali, mi sia lecito far notare l'intimo nesso che vi è tra alcuni, almeno di essi, e la percezione dei rapporti spaziali.

La esperienza detta sopra per cui il lato del quadrato appariva maggiormente deviato per il solo fatto che l'attenzione era portata sulle singole, successive distanze tra il quadrato e la maglia triangolare, spiega l'esperienza fondamentale dello Ehrenstein. Anche in questo caso la punta della matita, che scorre lungo la bisettrice dell'angolo, conduce a percepire successivamente i rapporti spaziali tra la punta stessa ed i lati dell'angolo. Affinchè si abbia immediatamente la percezione dei rapporti spaziali, essi vengono accentuati; la conseguenza di tale accentuarsi è l'aprirsi ed il restringersi apparente dei lati all'angolo. Ciò ammettendo, non si nega affatto che nella visione di tale moto abbia influenza lo scorrimento (*Verschiebung*) dell'immagine retinica sulla retina; si afferma soltanto che questo scorrimento non è l'unica causa del moto stesso.

Abbiamo dimostrato che l'accentuarsi dei rapporti spaziali avviene nel senso delle caratteristiche dei medesimi, e che ove questi siano percepiti come semplice distanza fra le parti, non subiscono variazioni; onde nella esperienza dello Ehrenstein i moti apparenti dell'angolo, dovuti a parer mio, ad un accentuarsi dei rapporti spaziali, si verificheranno piuttosto per angoli piccoli, per i quali la distanza tra il punto interno ed i lati dell'angolo, è *vissuta*, come vicinanza. Lo Ehrenstein (1) infatti trova che l'*optimum* del moto coincide con un angolo di 25°.

Abbiamo visto nelle esperienze dei moti deformanti che, per una velocità troppo grande, vien meno la percezione del complesso come tale, e cessano i moti deformanti. Anche lo Ehrenstein trova che (2): Man sieht bei grösseren Geschwindigkeiten eher wie die Winkel als ganze sich dem fixierten Punkt

(1) EHRENSTEIN, *op. cit.*, pp. 312 e segg. Lo E. eseguiva le esperienze, spostando sia il punto interno, sia l'angolo, con ausilio di meccanismi: l'apertura angolare era invece determinata, ad arbitrio, dagli osservatori.

(2) EHRENSTEIN, *op. cit.*, p. 314.

Digitized by Google

entgegen bewegen ». E cioè, perchè vien meno la percezione del complesso così costituito: angolo con punto interno.

Si è visto che i moti deformanti sono percepiti anche per velocità assai piccole; lo stesso avviene nelle esperienze dello Ehrenstein.

L'influenza (sebbene non esclusiva) dei rapporti spaziali, si potrebbe ammettere anche per le esperienze portate dallo Ehrenstein, che una linea obbliqua, muoventesi orizzontalmente, appare incurvata a mo' di un segno di integrale (1). I rapporti spaziali sono qui tra la linea orizzontale, la cui rappresentazione è suscitata dalla direzione del moto, e gli estremi della linea obbliqua. Parimenti è possibile vedere l'influenza della percezione dei rapporti spaziali nelle altre esperienze analoghe ricordate dallo Ehrenstein (2).

Senza voler esaminare singolarmente le varie esperienze dello Ehrenstein è certo che per molte di esse è possibile riconoscere, che i moti intrafigurali sono da ritenersi moti deformanti nel senso, dato da me a questa parola.

Quanto poi dice lo Ehrenstein (3) che cioè i movimenti intrafigurali giovano a spiegare una serie di illusioni ottiche angolari, non credo sia possibile ammettere.

Che anzi, proprio nel caso delle illusioni ottiche angolari, i movimenti intrafigurali non sono da interpretarsi come tali, come cioè dovuti a scorrimenti della immagine retinica, ma proprio come moti deformanti, e cioè come tali che sono prodotti dal successivo percepire i rapporti spaziali.

Lo Ehrestein dice che, muovendo le figure in modo opportuno, otteneva un accentuarsi della illusione stessa. E a quale altra cosa giova codesto moto, se non a far sì che l'attenzione si diriga successivamente ai vari punti della figura, ossia ai successivi rapporti spaziali tra le linee principali e quelle secondarie dell'illusione, con la conseguenza di un moto deformante nelle linee subenti le illusioni?

Così nell'illusione della maglia triangolare con inscritto il quadrato, noi possiamo ottenere splendidi moti deformanti, soltanto facendo scorrere la figura dal basso verso l'alto e vi-

(1) EHRENSTEIN, *op. cit.* p. 322.
(2) EHRENSTEIN, *op. cit.* p. 323.
(3) EHRENSTEIN, *op. cit.* p. 339.

Digitized by Google

ceversa. Nel moto verso l'alto i lati del quadrato sembrano aprirsi verso l'alto ed il lato superiore allungarsi, nel moto verso il basso, avviene il viceversa. Ora, muovendo la figura verso l'alto, l'attenzione è portata ai rapporti spaziali che sono tra le parti superiori del quadrato e la maglia triangolare, ond'essi vengono maggiormente accentuati, e poichè sono percepiti come vicinanza, si ha per conseguenza che i lati verticali del quadrato sembrano avvicinarsi maggiormente agli estremi della maglia, ossia allargarsi verso l'alto.

Nel moto verso il basso, l'attenzione si sposta dalla parte superiore del quadrato alla parte inferiore. Di conseguenza vengono accentuati i rapporti spaziali tra la parte inferiore del quadrato e la maglia, rapporti che sono di distacco e perciò i lati verticali del quadrato sembrano restringersi verso il basso.

Con tutto ciò non credo tuttavia si possano escludere del tutto i moti intrafigurali dello Ehrenstein. Essi, pur non agendo come cause primarie, possono accentuare gli effetti delle illusioni.

Ma l'asserzione infine dello Ehrenstein che i moti intrafigurali siano causa di deformazioni in un complesso, ciò mi pare, per le sole esperienze dello Zama, sia possibile negare del tutto.

Digitized by Google

CAPITOLO SESTO

COME VARIANO I RAPPORTI SPAZIALI IN UN COMPLESSO

1. — Introduzione

Da quanto è stato detto nel capitolo primo, appare chiaro che la percezione dei rapporti spaziali può avere per conseguenza la deformazione di alcune o di tutte le parti di un complesso e che i rapporti spaziali aventi tale influenza sono quelli che vengono percepiti o come vicinanza o come distacco o che sono indeterminati.

Noi possiamo ritenere le deformazioni delle parti, dovute alla percezione dei rapporti spaziali, come caratteristiche dei complessi, in cui si presentano e domandarci in qual modo, col variare dell'estensione del complesso, muteranno i rapporti spaziali, affinchè tali caratteristiche siano conservate.

Il Mach dice a questo riguardo che è necessario che tutte le distanze omogenee variino proporzionalmente affinchè vengano conservate le somiglianze geometriche e dice inoltre che: « vor etwa 40 Jahren brachte ich in einer Gesellschafft von Physikern und Physiologen die Frage zur Sprache, woran es liege, dass

Digitized by Google

geometrisch ähnliche Gebilde, auch optisch ähnlich seien » (1). Ora, l'affermazione del Mach è valida in ogni caso?

Non è chi non veda l'importanza della questione specialmente riguardo all'estetica. Infatti il pittore nel ridurre l'estensione di un complesso, dovrà ridurre proporzionalmente

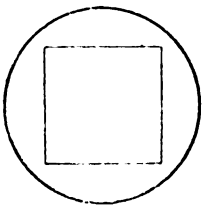


Figura 45.

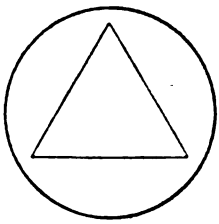


Figura 46.

tutte le distanze del complesso o non? La riproduzione fotografica, quando non ridia l'effettiva estensione del complesso che rappresenta, essendo ad esso simile geometricamente, lo sarà pure psicologicamente?

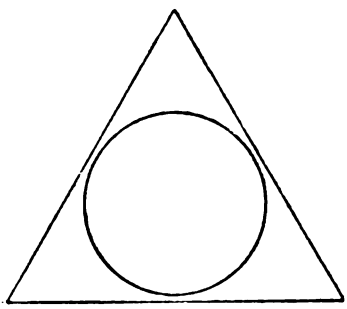


Figura 47.

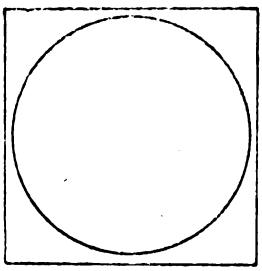


Figura 48.

Nella presente ricerca cercai di rispondere a tali domande e per ciò fare presi in esame quattro complessi, aventi determinate caratteristiche, dovute alla percezione dei rapporti spaziali esistenti fra le parti, e determinai in quale misura variavano i rapporti spaziali affinchè permanessero in ogni caso le

(1) MACH, *op. cit.* p. 90.

Digitized by Google

caratteristiche originarie, aumentando o diminuendo l'estensione totale del complesso.

I complessi presi in esame sono la losanga inscritta nel cerchio, il triangolo inscritto nel cerchio, il cerchio inscritto rispettivamente nella losanga e nel triangolo (figg. 45, 46, 47, 48).

Per quanto fu detto nel capitolo primo, essendovi nei complessi dati rapporti spaziali, appena questi saranno vissuti come vicinanza, si manifesteranno delle deformazioni. Così in fig. 45 e 46 il cerchio appare appiattito in corrispondenza dei vertici della losanga e rispettivamente del triangolo, in figg. 47 e 48 i lati degli stessi poligoni appaiono incurvati verso il cerchio e questo, tanto in un caso, quanto nell'altro, appare lievemente incurvato, in corrispondenza dei lati, ed appiattito in corrispondenza dei vertici dei poligoni circoscritti.

Orbene noi possiamo ritenere come caratteristiche dei complessi dati (trascurando le deformazioni dei poligoni) le deformazioni subite dal cerchio e determinare quali siano le distanze di limite per la comparsa e rispettivamente la scomparsa di tali deformazioni. Possiamo inoltre, variando la estensione del complesso, determinare come variano tali distanze di limite. I risultati ottenuti ci diranno in qual modo debbano variare i rapporti spaziali in un complesso, affinchè variando l'estensione di esso siano conservate le sue caratteristiche.

2. — Metodo usato

Per ottenere il valore dei limiti detti, variando l'estensione del complesso, adottati il seguente metodo.

Disegnai in nero sopra fogli di cartoncino bianco, aventi le dimensioni di cm. 11,5 per 9, per le figure minori, e di cm. 20 per 31 per le maggiori una serie di 56 losanghe ed una di 86 triangoli equilateri. I termini delle due serie variavano nel senso, che erano circoscrivibili da cerchi, i cui raggi differivano l'uno dall'altro di 1 mm., essendo il raggio del cerchio minore di 4 mm. e del maggiore di 60 mm., nelle losanghe, e di 90 mm. nei triangoli.

Sopra lastre di celluloide bianca, perfettamente trasparente,

Digitized by Google

di circa 4 decimi di millimetro di spessore, disegnai in nero cinque cerchi rispettivamente di 10, 15, 20, 25, 30 millimetri di raggio. Sovrapponendo ora ognuno di questi cerchi, successivamente sui vari termini delle due serie, si potevano, non solo ottenere i complessi indicati nelle figure, ma determinare altresì per ognuno dei cerchi e per ogni complesso i termini di limite in cui scomparivano e rispettivamente comparivano le deformazioni del cerchio. La differenza tra il raggio del cerchio disegnato sul celluloide e quello circoscritto al termine di limite, dava senz'altro la distanza spaziale (misurata tra la circonferenza ed i poligoni), per la quale comparivano le deformazioni nel cerchio.

La determinazione dei termini di limite avveniva nel modo seguente. Una prima volta si partiva da un termine della serie tale che, per esso, non fossero viste deformazioni di sorta e quindi si sovrapponeva il cerchio esaminato ai termini immediatamente successivi, determinando il termine in cui appariva chiaramente la deformazione del cerchio. Tale termine dava il limite di comparsa della deformazione (Lic). Una seconda volta invece si partiva da un termine della serie in cui fosse ben visibile la deformazione e si sovrapponeva il cerchio ai termini immediatamente successivi, finchè si giungeva ad un termine per cui la deformazione non era più visibile. Tale termine dava il limite di scomparsa (Lis).

È chiaro che per i complessi di figg. 45 e 46 il limite di comparsa si otteneva aumentando l'estensione della losanga e rispettivamente del triangolo, e viceversa diminuendo per determinare la scomparsa. Pei complessi di figg. 47 e 48 invece, il limite di comparsa era ottenuto diminuendo successivamente i termini, e quello di scomparsa aumentandoli.

La media aritmetica tra il limite di comparsa ed il limite di scomparsa dava il limite di deformazione (Li), cioè quella distanza, oltrepassando la quale, in un senso compariva la deformazione, nell'altro scompariva.

Ognuno dei due limiti a sua volta venne ricavato dalla media aritmetica di cinque determinazioni. Come soggetto fui io stesso ed eseguii le esperienze definitive, dopo un grande numero di esperienze preliminari.

Lo sperimentatore (l'inserviente del laboratorio) mi poneva

Digitized by Google

davanti ogni volta i termini, sovrapponendo ad essi il cerchio disegnato sul celluloide. I termini di limite erano contraddistinti dal raggio del cerchio che li circoscriveva, raggio il cui valore veniva segnato su apposite tabelle dall'inserviente stesso, dimodochè conobbi i risultati soltanto al termine di tutte le esperienze.

Le determinazioni furono sempre eseguite alla medesima luce naturale e su un tavolo ricoperto per intero da un foglio di carta bianca. La distanza tra il tavolo e l'occhio era di circa 35 cm. e la linea di sguardo quasi perpendicolare al disegno.

Ciò detto, ecco i risultati ottenuti per i vari complessi.

3. — Risultati ottenuti

I limiti di deformazione del cerchio nel complesso cerchio e losanga inscritta (fig. 45). I risultati ottenuti sono esposti dalla tabella I, nella quale sono indicati separatamente i limiti di comparsa (Lic), di scomparsa (Lis) e di deformazione (Li), per le singole determinazioni. Queste sono contraddistinte da numeri romani secondo l'ordine in cui vennero eseguite. I varî limiti vennero ottenuti nel modo detto e significano la distanza tra il cerchio ed i vertici della losanga. Le estensioni dei cerchi sono espresse dai rispettivi raggi. *M* significa la media dei singoli limiti e *Vm* la variazione media. Tutti i valori sono dati in millimetri.

Nella tabella II ho radunato invece i valori delle medie dei varii limiti, affinchè ne fosse più agevole il confronto.

Dai risultati ottenuti si nota anzitutto che il limite di scomparsa ha la tendenza ad essere maggiore del limite di comparsa; infatti se si eccettua il caso del cerchio 10, negli altri non abbiamo che in un caso è uguale e cioè nel cerchio 20, nei restanti nettamente superiore. Tale tendenza è dovuta alla differente *Einstellung*, che si ha, quando si vuole determinare il limite di comparsa e quando quello di scomparsa. In quest'ultimo caso, l'attenzione è rivolta a ciò che si percepisce la deformazione; onde questa è vista con un termine per il quale nella determinazione del limite di comparsa, non la si percepisce

Digitized by Google

ancora, l'attenzione essendo in questo caso rivolta appunto al fatto che non si presentano deformazioni.

TABELLA I

Limiti	Determinazioni	Cerchio 10	Cerchio 15	Cerchio 20	Cerchio 25	Cerchio 30
Lic.	I	5.0	5.0	6.0	6 0	7.0
	II	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0
	III	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0
	IV	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0
	V	5.0	6.0	7.0	7.0	6.0
	M.	4.8	5.8	6.6	7.0	7.0
	Vm.	0.32	0.32	0.48	0.40	0.40
Lis.	I	5.0	8.0	6.0	10.0	9.0
	II	5.0	5.0	6.0	7.0	7.0
	III	4.0	7.0	7.0	8.0	7.0
	IV	4.0	6.0	7.0	9.0	7.0
	V	5.0	6.0	7.0	6.0	8.0
	M.	4.6	6.4	6.6	8.0	7.6
	Vm.	0.48	0.88	0.48	1.2	0.52
Li.	I	5.0	6.5	6.0	8.0	8.0
	II	5.0	5.5	6.5	7.0	7.0
	III	4.5	6.5	7.0	7.5	7.0
	IV	4.0	6.0	6.5	8.5	7.5
	V	5.0	6.0	7.0	6.5	7.0
	M.	4.7	6.1	6.6	7.5	7.3
	Vm.	0.36	0.32	0.32	0.60	0.36

Ma il maggiore dei risultati è senza dubbio che i limiti di deformazione non aumentano nella stessa misura dell'estensione del complesso. Infatti, mentre l'estensione del complesso

Digitized by Google

dal cerchio 10 a quello 30 aumenta del triplo, i rispettivi limiti di deformazione non aumentano neppure del doppio.

Si noti però che il limite di deformazione pel cerchio 30 cade evidentemente fuori del regolare aumento degli altri limiti. Non ho voluto ripetere le determinazioni, ma faccio osservare che, avendo raccolto e calcolato tale limite dai risultati ottenuti nelle esperienze preliminari, ricavai per esso un valore medio di 8 mm.

TABELLA II

Limiti	Cerchio 10	Cerchio 15	Cerchio 20	Cerchio 25	Cerchio 30
Lic.	4.8	5.8	6.6	7.0	7.0
Lis.	4.6	6.4	6.6	8.0	7.6
Li.	4.7	6.1	6.6	7.5	7.3

Comunque i due complessi corrispondenti al cerchio 10 ed al cerchio 30 dal punto di vista psichico sono del tutto simili, mentre non lo sono da quello geometrico; infatti i varii elementi dei due complessi non sono ugualmente proporzionali fra di loro.

Per quale causa pertanto le distanze corrispondenti ai limiti di deformazione non crescono proporzionalmente all'aumento del complesso, ma precisamente meno di quello che comporterebbe una proporzionalità diretta? È chiaro che vi è qui un motivo che agisce in senso contrario ad un aumento direttamente proporzionale, ma quale è questo motivo?

Per rispondere a tali domande conviene osservare che i rapporti spaziali tra i vertici della losanga ed il cerchio sono percepiti come rapporti di vicinanza, ond'essi per il già detto sopra, vengono accentuati così, da essere visti minori di quel che sono in realtà. Tale accentuarsi sarà maggiore quanto più essi sono di minore estensione e cioè quanto più spiccatamente sono percepiti come vicinanza. Supponiamo ora che l'aumento dei limiti di deformazione segua una legge di proporzionalità

Digitized by Google

diretta, come se fosse escluso qualsiasi accentuarsi dei medesimi. Potremmo esprimere tale fatto con l'equazione:

$$a = r \cdot k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

dove a rappresenta il valore di un limite, r il raggio del cerchio corrispondente e k una costante.

Ma in realtà non è seguita una tale proporzionalità. Il valore di a è minore di quanto comporterebbe l'equazione data; esso viene di volta in volta sottoapprezzato e precisamente in misura maggiore, quanto più è piccolo. Noi dobbiamo pertanto dividere a per il fattore d, che rappresenta il valore del sottoapprezzamento. Ma d diminuisce quanto maggiore è l'estensione di a; esso è inversamente proporzionale ad a così che possiamo esprimere tale fatto con l'equazione:

$$d = \frac{k_1}{a} \quad \ldots\ldots\ldots 2)$$

dove k_1 è uguale ad una costante.

Sostituendo ora nell'equazione 1) al valore di a quello che risulta in seguito al sottoapprezzamento detto, ossia $\frac{a}{d}$, e sostituendo a d il suo valore di $\frac{k_1}{a}$, otteniamo:

$$\frac{a^2}{k_1} = r\,k$$

e cioè:

$$a = \sqrt{r.\,k.\,k}$$

ossia:

$$\frac{a}{\sqrt{r}} = \sqrt{k.\,k_1}$$

Ma poichè k e k_1 rappresentano due costanti, sarà pure costante il valore di $\sqrt{k.\,k_1}$ e quindi potremo scrivere che:

$$\frac{a}{\sqrt{r}} = c$$

dove c rappresenta un valore costante, ed a il valore del limite, per il quale è vista la deformazione del cerchio.

Digitized by Google

Pertanto, se è vero il ragionamento fatto, che cioè l'estensione dei limiti sia dovuta, da una parte ad un aumento proporzionale all'aumento del complesso, dall'altra ad un fattore che agisce in senso contrario a tale aumento, e precisamente in misura maggiore, quanto più le distanze di limite sono piccole; dividendo i singoli limiti per la radice quadrata dei raggi dei cerchi corrispondenti, troveremo in ogni caso un valore costante.

Nella tabella III sono appunto indicati con $\frac{Li}{\sqrt{r}}$ i rapporti tra i limiti di deformazione ed i raggi dei rispettivi cerchi. Nella prima colonna sono indicati i raggi dei cerchi, nella seconda i valori delle radici quadrate dei raggi, nella terza i valori assoluti dei limiti di deformazione, nella quarta i limiti relativi alle radici quadrate dei raggi.

TABELLA III

r.	$\sqrt{r}$	Li.	$\frac{Li}{\sqrt{r}}$
10	3.162	4.7	1.486
15	3.873	6.1	1.575
20	4.467	6.6	1.476
25	5.000	7.5	1.500
30	5.477	7.3	1.333

Come si vede dalla suesposta tabella il valore di $\frac{Li}{\sqrt{r}}$ si avvicina assai ad una costante, che riducendo i varii limiti relativi alla prima cifra decimale, si può ritenere uguale a 1,5. Da questa costante si allontana il limite relativo per il cerchio 30. Ma se in questo caso teniamo calcolo del valore ottenuto nelle esperienze preliminari per il limite assoluto, avremo per il limite relativo un valore uguale ad $\frac{8}{5,477}$ ossia uguale ad 1.459, che si avvicina assai alla costante 1,5.

Digitized by Google

Pertanto è lecito affermare che nell'aumento o nella diminuzione del complesso dato i rapporti spaziali di vicinanza tra

TABELLA IV

Limiti	Determinazioni	10	15	20	25	30
	I	4.0	5	4.0	5.0	6.0
	II	4.0	5.0	6.0	6.0	6.0
	III	3.0	4.0	6.0	6.0	6.0
Lic.	IV	5.0	4.0	4.0	4.0	7.0
	V	3.0	4.0	5.0	5.0	6.0
	M.	3.8	4.4	5.0	5.2	6.2
	Vm.	0.64	0.48	0.80	0.64	0.32
	I	5.0	5.0	5.0	7.0	6.0
	II	4.0	5.0	7.0	7.0	7.0
	III	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0
Lis.	IV	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0
	V	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0
	M.	4.8	5.6	6.2	6.6	6.8
	Vm.	0.32	0.48	0.64	0.48	0.32
	I	4.5	5.0	4.5	5.0	6.0
	II	4.0	5.0	6.5	6.5	6.5
	III	4.0	5.0	6.5	6.5	6.5
Li.	IV	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0
	V	4.0	5.0	5.5	5.5	6.5
	M.	4.3	5.0	5.6	5.9	6.5
	Vm.	0.36	0.00	0.52	0.68	0.20

il cerchio e la losanga variano secondo la radice quadrata dell'estensione del complesso, misurata dal raggio del cerchio.

Tale fatto è dovuto almeno pel complesso esaminato, a

Digitized by Google

ciò che, essendo tali rapporti, percepiti come vicinanza vengono sottapprezzati, in proporzione inversa alla loro estensione.

I limiti di deformazione nel complesso cerchio e triangolo equilatero interno (fig. 46).

Nelle due tabelle IV e V ho esposto i risultati ottenuti; nella tabella IV sono indicati i valori dei limiti di comparsa e di scomparsa per le singole determinazioni e pei vari cerchi. Anche qui i valori sono indicati in millimetri e le medie vennero ricavate nel modo già detto, per il complesso cerchio e losanga interna. Nella tabella V invece, sono raccolte le medie dei limiti.

TABELLA V

Limiti	Cerchio 10	Cerchio 15	Cerchio 20	Cerchio 25	Cerchio 30
Lic.	3.8	4.4	5.0	5.2	6.2
Lis.	4.8	5.6	6.2	6.6	6.8
Li.	4.3	5.0	5,6	5.9	6.5

Dalle tabelle suesposte si nota anzitutto che il limite di scomparsa per tutti quanti i cerchi, è maggiore del limite di comparsa, senza eccezione. Allora anche qui vale ciò che fu detto sopra: nel determinare la scomparsa della deformazione la nostra attenzione ha un altro orientamento, di quando si determina la comparsa.

Ma anche qui, il risultato maggiore è l'aumento del limite di deformazione, il quale non è proporzionale alla estensione del complesso; possiamo perciò ripetere il medesimo ragionamento, fatto per il limite di deformazione del cerchio con la losanga interna, e vedere se si verifica anche qui un aumento proporzionale alla radice quadrata dell'estensione del complesso, misurata dal raggio del cerchio.

Nella tabella VI ho esposto i valori del limite relativo per i vari cerchi in modo analogo a quanto fu fatto prima.

Come si vede dalla tabella VI noi abbiamo che i valori dei limiti relativi si avvicinano ad una costante, la cui media è uguale a 1,25. Da questo valore medio si scostano i valori

Digitized by Google

dei vari limiti relativi, ed in modo speciale quello per il cerchio 10; che anzi si nota una tendenza dei valori a diminuire, dal cerchio minore al cerchio maggiore. Tale diminuzione non è certamente forte; anzi il valore di 1,87 del cerchio 30, sembra contrastare ad essa. Tuttavia che si tratti di una tendenza non occasionale, ma dovuta a fattori fissi, si dimostra con ciò, che anche i limiti relativi di comparsa e di scomparsa la denotano chiaramente. I valori di tali limiti relativi infatti, partendo dal cerchio 10 sono, per il limite relativo di comparsa: 1.18; 1.72; 1.11; 1.04; 1.13; e per quello di scomparsa: 1.5; 1.44; 1.38; 1.32; 1.24. In quest'ultimo caso non si può più parlare di una dimi-

TABELLA VI

r	$\sqrt{r}$	Li	$\frac{Li}{\sqrt{r}}$
10	3.162	4.3	1.360
15	3.873	5 0	1.290
20	4.467	5.6	1.252
25	5.000	5.9	1.180
30	5.477	6.5	1.187

nuzione casuale, come forse sarebbe possibile per i valori dei limiti relativi di comparsa.

Si può allora ammettere che la diminuzione del limite relativo di deformazione sia dovuta ad un fattore costante, il quale agisce nello stesso senso di quello dovuto al sottoapprezzamento della distanza tra i vertici del triangolo ed il cerchio.

Tale fattore è presente persino nei valori dei limiti relativi di deformazione nel complesso cerchio e losanga. Infatti, anche in questo caso, si potrebbe osservare, sebbene non chiara, una tendenza alla diminuzione dei limiti relativi dai cerchi minori verso quelli maggiori.

Ora, se noi osserviamo i complessi di figure 45 e 46 possiamo constatare che in essi è presente il motivo della Mueller

Digitized by Google

Lyer tipo *B*; infatti la distanza tra i vertici della losanga ed il cerchio, e quella analoga del triangolo possono essere inter-

TABELLA VII

Limiti	Determinazioni	10	15	20	25	30
Lic.	I	5.0	8.0	10.0	13.0	15.0
	II	5.0	8.0	10.0	13.0	16.0
	III	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0
	IV	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0
	V	5.0	8.0	10.0	12.0	15.0
	M.	5.4	8.0	10.0	12.4	15.6
	Vm.	0.48	0.00	0.00	0.48	0.48
Lis.	I	6.0	10.0	11.0	14.0	18.0
	II	5.0	9.0	12.0	16.0	16.0
	III	6.0	10.0	12.0	14.0	18.0
	IV	6.0	8.0	11.0	13.0	18.0
	V	6.0	8.0	10.0	13.0	18.0
	M.	5.8	9.0	11.2	14.0	17.6
	Vm.	0.32	0.80	0.64	0.80	0.64
Li.	I	5.5	9.0	10.5	13.5	16.5
	II	5.0	8.5	11.0	14.5	16.0
	III	6.0	9.0	11.0	13.0	17.0
	IV	6.0	8.0	10.5	12.5	17.0
	V	5.5	8.0	10.0	12.5	16.5
	M.	5.6	8.5	10.6	13.2	16.6
	Vm.	0.32	0.40	0.32	0.64	0.32

pretate come le linee principali di una figura di Mueller-Lyer ed i lati degli angoli a cui il vertice appartiene come le linee

Digitized by Google

secondarie. Per il motivo detto è chiaro che quelle distanze debbono essere soprapprezzate. Onde per correggere tale soprapprezzamento, nell'atto della percezione vengono diminuite più di quanto comporterebbe la legge di proporzionalità con la radice quadrata dall'estensione del complesso.

Tuttavia, noi possiamo sempre dire che anche nel caso del complesso cerchio e triangolo equilatero interno, i rapporti spaziali di vicinanza variano secondo la radice quadrata dell'estensione del complesso misurata dal raggio del cerchio.

I limiti di deformazione nel complesso losanga e cerchio interno (fig. 47). Sia notata per prima cosa, come in questo caso la deformazione del cerchio sia lievissima ed appaia specialmente

TABELLA VIII

Limiti	10	15	20	25	30
Lic.	5.4	8.0	10.0	12.4	15.6
Lis.	5.8	9.0	11.2	14.0	17.6
Li.	5.6	8.5	10.6	13.2	16.6

come se il cerchio in corrispondenza dei vertici della losanga fosse appiattito. Nelle tabelle VII ed VIII sono indicati i risultati ottenuti, ricavati ed esposti nel modo già detto per i casi antecedenti.

Dai risultati esposti si nota anzitutto la già detta influenza della Einstellung; il limite di comparsa è inferiore al limite di scomparsa, e ciò perchè nel determinare la scomparsa si parte da un termine per il quale è presente la deformazione, viceversa per il limite di comparsa.

Si nota poi che il limite di deformazione è direttamente proporzionale all'estensione del complesso, che è misurata dal termine invariabile e cioè dal cerchio. Tale proporzionalità si dimostra dividendo ciascun limite per il raggio del cerchio corrispondente; i quozienti dovranno essere uguali ad una costante.

Nella tabella IX sono appunto indicati, oltre i valori asso-

Digitized by Google

luti dei limiti, anche quelli dei limiti relativi al raggio, indicati con $\frac{Li}{r}$

TABELLA IX

Cerchio	Li	$\frac{Li}{r}$
10	5.6	0.560
15	8.5	0.567
20	10.6	0.530
25	15.2	0.528
30	16.6	0.553

Dalla tabella suesposta risulta che $\frac{Li}{r}$ è uguale ad una costante, il cui valore medio è di 0,55, e che, perciò i limiti assoluti di deformazione variano proporzionalmente alla estensione del complesso.

Pertanto non si verifica qui la legge di proporzionalità, trovata per i casi precedenti. Ciò è dovuto anzitutto al fatto che nel complesso losanga e cerchio interno, i rapporti spaziali tra i vertici della losanga ed il cerchio sono percepiti come distacco, non come vicinanza. In secondo luogo possiamo anche ammettere che i rapporti spaziali percepiti come distacco subiscano, come vedemmo, un sovrapprezzamento e che tale sovrapprezzamento sia proporzionale all'estensione della distanza in cui si verifica. Se così è, nel caso presente i valori dei limiti assoluti dipendono da due cause: dall'aumento del complesso e dall'entità del sovrapprezzamento. Ma siccome quest'ultimo è proporzionale all'estensione dei limiti, che vengono di volta in volta sovrapprezzati, e poichè questi sono proporzionali all'aumento del complesso; avremo in definitiva che i valori trovati debbono essere proporzionali all'aumento del complesso.

Io non so se sia lecita la conclusione che i rapporti spaziali

Digitized by Google

di vicinanza variino secondo una proporzionalità diversa ed inferiore da quella diretta, e che invece quelli percepiti come distacco, secondo una proporzionalità diretta. Se così fosse, non poche sarebbero le conclusioni pratiche che si potrebbero trarre. Nell'aumentare l'estensione di un complesso rappresentativo, secondo i risultati delle mie esperienze, allora quei rapporti spaziali che sono percepiti come vicinanza, non dovrebbero seguire l'aumento dato al complesso; quelli invece percepiti come distacco dovrebbero aumentare nella stessa misura.

Inoltre, si dovrebbe ammettere che una riproduzione fotografica di un qualsivoglia complesso rappresentativo non dia senz'altro la somiglianza. Ciò, infatti, si verifica tutte quelle volte in cui si danno speciali caratteristiche nel complesso rappresentativo. Forse nei miei risultati si potrebbe trovare il perchè fisionomie molto espressive non riescono, come si dice, nella riproduzione fotografica. Infatti, l'espressione fisionomica è data dai rapporti spaziali che esistono fra le varie parti della fisionomia stessa. La riproduzione fotografica riduce proporzionalmente e nella stessa misura tanto le parti quanto i rapporti spaziali fra le parti stesse. Dai miei risultati invece si conclude che per conservare la somiglianza non tutti i rapporti spaziali debbono essere ridotti secondo una proporzionalità diretta, ma quelli percepiti come vicinanza secondo la radice quadrata dell'estensione del complesso, ossia molto di meno. Le fisionomie invece prive di speciali caratteristiche, nelle quali cioè i rapporti spaziali fra le parti del viso sono percepiti come semplici distanze, o come distacco, riescono bene in fotografia. Infatti dai risultati ottenuti nel complesso losanga e cerchio interno, si vede che i rapporti spaziali percepiti semplicemente come distacco o come distanza fra le parti, variano proporzionalmente all'estensione del complesso. Il pittore invece riproduce davvero la somiglianza. Egli infatti non bada a che tutti quanti gli elementi variino proporzionalmente, ma cura invece che siano conservate le caratteristiche presenti in ciò che vuole riprodurre. Sarebbe molto interessante determinare quale riduzione subiscono i rapporti spaziali fra le parti, da una parte nella riproduzione fotografica di un complesso, dall'altra nella riproduzione pittorica. I miei risultati infine ci consentono di capire il perchè psicologico, le caricature rappresentano con notevole

Digitized by Google

efficacia le caratteristiche di una fisionomia. Nelle caricature infatti, noi abbiamo che i rapporti spaziali fra le parti di un viso, ad esempio, non sono ridotti nella misura con la quale

TABELLA X

Limite	Determinazioni	10	15	20	25	30
Lic.	I	12.0	17.0	22.0	27.0	34.0
	II	13.0	18.0	22.0	27.0	34.0
	III	13.0	17.0	23.0	27.0	34.0
	IV	12.0	17.0	23.0	29.0	34.0
	V	12.0	17.0	23.0	29.0	35.0
	M.	12.4	17.2	22.6	27.8	34.2
	Vm.	0.48	0.32	0.48	0.96	0.32
Lis.	I	13.0	18.0	23.0	29.0	32.0
	II	14.0	19.0	23.0	29.0	34.0
	III	14.0	18.0	23.0	29.0	32.0
	IV	13.0	18.0	24.0	31.0	32.0
	V	12.0	19.0	22.0	29.0	34.0
	M.	13.2	18.4	23.0	29.4	32.8
	Vm.	0.64	0.48	0.40	0.64	0.96
Li.	I	12.5	17.5	22.5	28.0	33.0
	II	13.5	18.5	22.5	28.0	34.0
	III	13.5	17.5	23.0	28.0	33.0
	IV	12.5	17.5	23.5	30.0	33.0
	V	12.0	18.0	22.5	29.0	34.5
	M.	12.8	17.8	22.8	28.6	33.5
	Vm.	0.56	0.36	0.36	0.72	0.60

è ridotto l'intero viso, ma talvolta di più, talvolta di meno, a seconda delle caratteristiche presentate dai rapporti spaziali stessi.

Digitized by Google

Vediamo ora se i risultati ottenuti nel complesso triangolo e cerchio interno, nel quale i rapporti spaziali sono ancora percepiti come distacco fra le parti, ci consentono analoghe conclusioni.

I limiti di deformazioni del cerchio nel complesso triangolo e cerchio inscritto (fig. 49). Nelle tabelle X e XI sono indicati i risultati, ottenuti nel modo analogo a quanto si è fatto per le antecedenti figure.

Come già per tutti gli altri complessi esaminati, osserviamo che anche qui i valori dei limiti di scomparsa sono superiori ai

TABELLA XI

Limite	10	15	20	25	30
Lic.	12.4	17.2	22.6	27.8	34.2
Lis.	13.2	18.4	23.0	29.4	32.8
Li.	12.8	17.8	22.8	28.6	33.5

corrispondenti limiti di comparsa, sebbene faccia eccezione il limite di scomparsa per il cerchio 30. Tale discrepanza però è soltanto casuale.

Anche nel caso presente il limite di deformazione aumenta coll'aumentare dell'estensione del complesso. È facile vedere se tale aumento è direttamente proporzionale all'estensione del complesso, dividendo i vari limiti di deformazione per i raggi dei cerchi corrispondenti. Nella tabella XII, sono appunto esposti i valori dei vari $\frac{Li}{r}$ pei singoli cerchi.

Come si vede, i vari $\frac{Li}{r}$ si avvicinano ad un valore costante, che può essere ritenuto uguale a 1,17. Tuttavia è spiccata una tendenza alla diminuzione dal cerchio 10 verso il cerchio 30. Codesta diminuzione del limite relativo di deformazione significa che il limite assoluto verso il cerchio 30 aumenta in misura

Digitized by Google

minore di quanto sarebbe, se fosse seguita una proporzionalità diretta con l'estensione del complesso.

Io credo che tale fatto sia dovuto al fatto che il sovrapprezzamento della distanza tra il cerchio ed il triangolo, percepita come distacco, in questo caso, cresce, in rapporto all'estensione della distanza in cui si manifesta, in misura maggiore, di quanto sarebbe richiesto da una proporzionalità diretta all'aumento della medesima.

Così mentre, nel caso dei rapporti di vicinanza, noi avevamo che i limiti corrispondenti ai cerchi minori, erano maggiori di quanto sarebbe stato richiesto da una legge di semplice propor-

TABELLA XII

Cerchi	Li	$\frac{Li}{r}$
10	12.8	1.280
15	17.8	1.187
20	22.8	1.140
25	28.6	1.144
30	33.5	1.117

zionalità, appunto perchè venivano sottoapprezzati e quindi erano visti come se realmente fossero minori: nel caso presente abbiamo condizioni diverse. I limiti corrispondenti ai cerchi maggiori sono minori, di quanto si avrebbe se fosse seguita una proporzionalità diretta all'estensione del complesso: e ciò perchè essi sono sovrapprezzati ed in misura relativamente maggiore di quando si tratta dei limiti minori; in realtà essi sono visti come se fossero maggiori.

Il fatto poi che nel caso del complesso losanga e cerchio interno una tendenza simile non si manifesta (sebbene anche qui, se non contrastasse il valore del limite relativo pel cerchio 30, la si potrebbe ammettere), mi pare sia dovuto a ciò che i rapporti

Digitized by Google

spaziali tra i vertici della losanga ed il cerchio, non sono percepiti così nettamente quali distacco, come nel caso presente.

Ad ogni modo la deviazione dalla legge di proporzionalità è assai lieve, non mai paragonabile a quella esistente per i rapporti spaziali di vicinanza; quindi possiamo dire, anche nel caso presente, che i rapporti spaziali di distacco aumentano proporzionalmente all'estensione del complesso in cui si manifestano.

Siccome poi la tendenza alla deviazione dalla legge di proporzionalità è minore, là dove i rapporti spaziali di distacco, meno nettamente, sono percepiti come tali, io credo che si possa concludere che, qualora i rapporti spaziali sono percepiti come semplice distanza, allora variano proporzionalmente all'estensione del complesso in cui si presentano.

4. — Conclusioni

I risultati ottenuti pertanto ci consentono di affermare che non sempre le somiglianze geometriche, lo sono pure dal punto di vista psichico. Anzi, anche senza voler generalizzare troppo le conseguenze, che si potrebbero dedurre dalle leggi di proporzionalità trovate, possiamo dire che:

1) qualora in un complesso esistono rapporti spaziali, aventi le caratteristiche di vicinanza, questi nel variare del complesso, variano secondo la radice quadrata dell'estensione assunta di volta in volta dal complesso stesso.

2) I rapporti spaziali, percepiti come distacco, nel variare del complesso, variano in modo da avvicinarsi ad una proporzionalità diretta con l'estensione del complesso.

3) I rapporti spaziali percepiti come semplice distanza, variano proporzionalmente all'estensione del complesso in cui si presentano.

Le conseguenze di tali conclusioni sono:

1) La somiglianza geometrica di due complessi coincide con la somiglianza psichica soltanto quando nei due complessi non esistono rapporti spaziali di vicinanza.

Digitized by Google

2) La somiglianza geometrica di due complessi non coincide con quella psichica, quando sono presenti rapporti spaziali percepiti come vicinanza.

Inoltre, i risultati ottenuti ci consentono di spiegare, come mai molto spesso le riproduzioni fotografiche non ridiano la somiglianza dei complessi che rappresentano, e come mai le caricature, esagerando l'accentuarsi dei rapporti spaziali, riproducono con grande espressione, le caratteristiche dei complessi da esse rappresentati.

Digitized by Google

CAPITOLO SETTIMO

LE CONCLUSIONI

1. — Riassunto dei risultati ottenuti

Nella presente ricerca ho risposto alle domande, che sono poste nell'introduzione. Quali sono le modalità della percezione dei rapporti spaziali? In qual modo influisce la percezione dei rapporti spaziali su alcuni fenomeni di moto apparente? Ed infine come variano i rapporti spaziali, quando varia l'estenzione dei complessi in cui essi si presentano?

Riguardo alle modalità con le quali si percepiscono i rapporti spaziali, in base alle ricerche descritte si può affermare che essi sono percepiti in tal modo, che vengono accentuate le loro caratteristiche. Onde rapporti spaziali, percepiti come vicinanza sono sottapprezzati, quelli visti come distacco soprapprezzati. Se le caratteristiche dei rapporti spaziali consistono nella differenza o nella somiglianza di estensione, allora essi sono percepiti in modo tale, che siffatte caratteristiche vengono accentuate. Se i rapporti spaziali sono indefiniti, vengono accentuate le distanze massime, per modo che si formano dei punti di riferimento.

Le prove sperimentali di queste asserzioni consistono, da una parte nel fatto che i rapporti spaziali, facenti parte di un

Digitized by Google

complesso subiscono effettivamente le dette variazioni (infatti è sufficiente confrontarli con distanze uguali, ma isolate); in secondo luogo che nelle parti costituenti il complesso, in cui si presentano tali rapporti spaziali si manifestano deformazioni, che non è possibile interpretare in altri modi.

Le prove che le deformazioni dipendono esclusivamente dalle percezioni dei rapporti spaziali, aventi le caratteristiche dette, consistono da una parte nel fatto che i moti α hanno la direzione dei rapporti spaziali, dall'altra che, se noi otteniamo la percezione dei complessi, presentando separatamente ai due occhi, per mezzo di uno stereoscopio, le parti costituenti i complessi, le deformazioni persistono. I moti α si ottengono quando, con un qualche artificio, si presentino le parti, che subiscono deformazioni, in una prima fase isolate, e cioè non deformate, in una seconda fase facenti parte di un complesso determinato, e cioè deformate; nell'alternarsi delle due fasi si ha la percezione di un moto nei punti delle parti, che subiscono le deformazioni. Ora codesto moto presenta appunto la direzione dei rapporti spaziali, alla cui subitanea percezione sono collegate le deformazioni. Come ciò sarebbe possibile, se per le deformazioni vi fossero altri motivi, ad esempio una azione di contrasto od un illusorio sovrapprezzamento angolare?

La prova poi che anche nella fusione stereoscopica le deformazioni permangono, permette di escludere per esse qualsiasi motivo collegato al processo fisiologico (immagine retinica, movimenti oculari, ecc.) che accompagna l'atto del percepire le parti in un solo complesso.

Riguardo ai fenomeni di moto, che hanno la loro origine nella percezione dei rapporti spaziali, questi sono i moti da me detti deformanti ed altri detti dallo Ehrenstein moti intrafigurali.

Tanto gli uni, quanto gli altri sono dovuti al fatto che in un complesso si fanno variare i rapporti spaziali, con la conseguenza di un presentarsi di successive fasi di deformazioni delle parti, fasi che vengono collegate in un moto apparente. I moti deformanti si possono ottenere assai facilmente disegnando una delle parti di un complesso, che presenti deformazioni, sopra un foglio di carta o di celluloide trasparente, l'altra sopra un cartoncino. Facendo muovere una delle due parti sopra l'altra, vengono a

Digitized by Google

mutarsi, per ogni parte del complesso, i rapporti spaziali, l'entità quindi delle deformazioni, le cui varie fasi sono collegate in un moto apparente, detto deformante. Nel caso dei moti intrafigurali dello Ehrenstein le varie fasi della deformazione sono prodotte, rivolgendo l'attenzione successivamente ai vari rapporti spaziali. In questo caso si accentuano maggiormente i rapporti spaziali fissati, con la conseguenza di una maggiore deformazione nella parte corrispondente al punto fissato.

In ultimo, riguardo alla questione come variano i rapporti spaziali, quando muta l'estensione del complesso in cui si presentano, ho dimostrato che i rapporti spaziali percepiti come vicinanza, variano secondo la radice quadrata dell'estensione del complesso; che i rapporti spaziali percepiti come distacco, secondo una proporzionalità che si avvicina assai a quella diretta; e che quelli, percepiti come semplice distanza delle parti, proporzionalmente all'estensione assunta di volta in volta dal complesso.

2. — Le conseguenze dei risultati ottenuti

Quali sono ora le principali conseguenze delle modalità, con le quali si percepiscono i rapporti spaziali? L'accentuarsi delle caratteristiche dei rapporti spaziali, percepiti o come distacco o come vicinanza, serve a spiegare molte fra le illusioni ottiche, dette per associazione.

Uno dei motivi della illusione dello Zöllner sarebbe dovuto, secondo le mie ricerche, alla legge che regola la percezione dei rapporti spaziali indeterminati. Analoghe spiegazioni ricevono, per le mie ricerche le altre illusioni angolari, se si eccettua l'illusione di Poggendorff.

Infine, per mezzo delle modalità con le quali si percepiscono i rapporti spaziali, si spiegano altre illusioni, da me dette per intreccio e delle maglie.

I moti deformanti vengono concepiti come i minimi mezzi onde avere immediatamente la percezione del come mutino i rapporti spaziali in un complesso. Con ciò nulla è detto riguardo al motivo per il quale, fasi di differente posizione spaziale debbano essere collegate in un moto. Tuttavia sarei tentato di

Digitized by Google

spiegare il fenomeno della percezione dei movimenti, come il minimo mezzo onde avere la conoscenza dell'accadere rappresentativo, quando questo muti nello spazio. Il moto sarebbe un complesso per successione, mentre la forma sarebbe un complesso statico. Tanto l'uno, quanto l'altra rappresenterebbero i minimi mezzi necessari alle modalità del nostro conoscere, per aver la conoscenza immediata dell'accadere spaziale.

Si giunge così alla legge di massima economia che, secondo me, è appunto la causa delle modalità con le quali percepiamo i rapporti spaziali.

La legge di massima economia presuppone certamente nella funzione una finalità, la quale si identifica appunto con la funzione stessa. La funzione del percepire ha per finalità la conoscenza dell'accadere spaziale. Questo fine ha da essere raggiunto coi minimi mezzi, i quali a loro volta debbono essere adeguati alle leggi della nostra vita psichica. Ora l'accentuarsi delle caratteristiche dei rapporti spaziali non è forse il minimo mezzo, onde avere ad un tratto la conoscenza del complesso, in cui quelli si presentano; conoscenza del complesso come tale, e cioè dotato delle speciali caratteristiche, che gli derivano per la posizione reciproca delle parti, che lo costituiscono?

Concludendo, le varie modalità trovate nella percezione dei rapporti spaziali rappresentano il modo normale della percezione dei complessi visivi. Esse sono dovute alla legge di massima economia e rappresentano il minimo mezzo per avere immediatamente la percezione e la conoscenza delle caratteristiche dei complessi rappresentativi visivi. Le modalità della percezione dei rapporti spaziali possono inoltre determinare discrepanze tra lo stimolo di forma e l'imagine della percezione.

Digitized by Google

Digitized by Google